

**НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

НИТ - 2017

XXII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
И СПЕЦИАЛИСТОВ

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2017

XXII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Материалы конференции



Рязань 2017

УДК 681.512.001.56:6 21.37.39

Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2017. 340 с.

Сборник включает материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях». Освещаются вопросы математического моделирования, численных методов, новых информационных технологий в образовании, экономике, радиоэлектронике, телекоммуникационных вычислительных сетях, САПР, геоинформационных технологиях.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

ISBN 978-5-7722-0274-6

© Рязанский государственный радиотехнический университет

Пленарные доклады

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ГЕОДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

**А.О. Фаддеев, Т.М. Невдах
Академия ФСИН России**

К настоящему моменту времени разработан достаточно разнообразный и широкий спектр математических моделей, алгоритмов и соответствующих им программных средств, позволяющих оценивать многие опасные геодинамические процессы.

Для количественной оценки сейсмической опасности на региональном масштабном уровне используется компьютерная программа GeoTens [1-4].

После запуска программ запрашивает имя файла изостатических аномалий, которое нужно обязательно ввести, поскольку именно в этом файле в формате системы GEOGRID размещена информация о внешней вертикальной нагрузке, действующей на геологическую среду. Также необходимо ввести глубины (в км), на которых расположена условная граница возмущений и расчетная плоскость. После ввода с клавиатуры длин (в км) долготного и широтного профилей необходимо нажать на кнопку «Прочитать». При этом происходит считывание данных из файла изостатических аномалий и программа готова к выполнению расчётов. Расчёты производятся после нажатия на кнопку «Расчитать». После этого необходимо записать полученные результаты во внешние файлы (по каждой компоненте тензора напряжений и составляющей вектора смещений в геосреде записывается отдельный файл), нажав на кнопку «Записать».

Программа GeoVector численно реализует вертикально-горизонтальную математическую модель оценки геодинамической устойчивости среды распределенной природно-технической системы [1-4].

После запуска программа требует ввода величин горизонтальных смещений на земной поверхности, известным по данным космической геодезии. Эта информация также упорядочивается в двух файлах в формате системы GEOGRID. Информация об аномальном гравитационном поле в этой программе подкачивается автоматически.

Также необходимо ввести глубины залегания границы возмущений и расчетной плоскости, а также длины долготного и широтного профилей. Действия кнопок в этой программе аналогичны действию кнопок в программе GeoTens. Еще одним отличием этой программы является возможность учета сброса напряжений (рассеяния сейсмодеформационной энергии) посредством задания условия в окне «Сброс напряжений».

Приведённые выше алгоритмы оценки сейсмического риска и соответствующие им компьютерные программы ориентированы исключительно на интерпретацию распределённой нагрузки от какого-либо одного (или двух) из геофизических полей: аномального гравитационного поля, поля СВДЗК, или поля новейших движений, или статической нагрузки от зданий и сооружений. При этом используются достаточно громоздкие схемы численно-

го решения дифференциальных уравнений, а сама распределённая нагрузка представляется в виде периодических функций.

В отличие от них, такие программы как Region и GeoRisk используют комплексный набор входных данных по распределённым нагрузкам, действующих на геологическую среду на различных глубинных уровнях, и могут быть задействованы при оценках геодинамического риска на территориях не только регионального, но и районного масштабного уровней [5-8].

Существует ещё одна программа-утилита Relax, предназначенная для расчёта сброса напряжений [1,4].

Эта программа позволяет рассчитать, какая величина (точнее, какой порядок) напряжения будет сброшена после сейсмического события и как эта величина будет распределена далее по всей исследуемой территории. После запуска программы вначале необходимо ввести координаты эпицентра произошедшего землетрясения, величину сброшенного напряжения и задать имя выходного файла, куда и будет помещена информация о перераспределении напряжений по всей площади исследуемой территории. При необходимости можно ввести коэффициент преобразования, если величины напряжений будут значительными. Также отметим, что и в этой и в предыдущих программах во всех окнах предусмотрена защита от ввода несанкционированного символа.

Отметим, что все перечисленные нами выше программы были реализованы в среде программирования Borland Delphi 7.0.

Разработана также и программа, реализующая одну из моделей нечёткой оценки опасных геодинамических процессов. Программный продукт GeoFuzzyCalc разработан в среде программирования Borland Delphi 7.0 и предназначен для повышения эффективности оценки геодинамического риска на платформенных территориях в условиях неопределённости и неоднозначности информации о состоянии геологической среды этих территорий на основе использования нечёткой модели, построенной на базе прямого нечёткого вывода [7-9].

В алгоритмическом плане программный продукт GeoFuzzyCalc использует в качестве алгоритма вывода по желанию пользователя либо алгоритм Мамдани, либо алгоритм Сугено.

После выбора алгоритма активируется кнопка «Рассчитать», нажатием на которую осуществляется расчёт геодинамического риска. Затем необходимо задать имя выходного результирующего файла (при задании имени выходного файла применяются те же правила, что и для входных файлов) и координаты границ территории, для которой выполнялся расчёт геодинамического риска. Вначале задаются долготы соответственно западной и восточной границ территории, а затем широты соответственно её южной и северной границ. Координаты задаются в градусах и сотых долях градуса.

Программа GeoCalc v.1.0 (Геодинамический калькулятор), предназначенная для приближенных (ориентировочных) оценок риска реализации опасных геодинамических процессов вдоль выбранного геодезического профиля [5,6].

Эта программа позволяет по вводимым пользователем значениям высот рельефа местности, выбранным по равномерной шкале отсчетов вдоль профиля, численно оценить величину скользящего вероятностного риска и вывести в рабочее окно программы результаты расчётов в виде графика

изменения вероятностного риска вдоль этого профиля с указанием степени достоверности оценок.

Таким образом, мы видим, что все упоминавшиеся нами программы являются, по своей сути, стационарными, т.е. не позволяют «отследить» динамику изучаемых геодинамических процессов.

Библиографический список

1. Абрамова А.В., Бондарь К.М., Данилов Р.М., В.А. Минаев В.А., Павлова С.А., Попов А.Н., Фаддеев А.О. Моделирование геодинамических рисков в чрезвычайных ситуациях: монография / под ред. К.М. Бондаря, В.А. Минаева, А.О. Фаддеева; Дальневосточный юридический институт МВД России. – Хабаровск: ДВЮИ МВД России, 2014. – 124 с.
2. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Оценки геоэкологических рисков. Моделирование безопасности туристско-рекреационных территорий. – М.: Финансы и статистика, изд. дом ИНФРА-М, 2009. – 370 с.
3. Минаев В.А., Фаддеев А.О., Абрамова А.В., Попов А.Н. Управление геодинамической безопасностью распределенных природно-технических систем // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014, Москва, 16 – 19 июня 2014 г. – М.: ИПУ РАН, 2014. – С. 8196–8205.
4. Минаев В.А., Фаддеев А.О., Бондарь К.М., Сычев М.П., Видов С.В., Кираковский В.В., Кузьменко Н.А., Попов А.Н. Математическое моделирование геодинамических рисков: оценки и перспективы / под ред. В.А. Минаева, А.О. Фаддеева, К.М. Бондаря; Хабаровск: Издательство Дальневосточного юридического института МВД России, 2015. – 212 с.
5. Минаев В.А., Фаддеев А.О., Топольский Н.Г., Абрамова А.В., Попов А.Н., Мокшанцев А.В. Строительство без катастроф // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. – Вып. 2 (54). – 2014. – <http://ipb.mos.ru/ttb/2014-2>.
6. Минаев В.А., Фаддеев А.О., Абрамова А.В., Попов А.Н. Строительство без будущих катастроф: учет геодинамических рисков // Спецтехника и связь. – 2014. – №2 – С. 50–55.
7. Минаев В.А., Сычев М.П., Фаддеев А.О., Кузьменко Н.А. Модели и методы оценки рисков, связанных с пространственно-динамическими проявлениями опасных эндогенных геологических процессов // Спецтехника и связь, № 2, 2016. – С.41–50.
8. Минаев В.А., Сычев М.П., Фаддеев А.О., Кузьменко Н.А., Невдах Т.М. Пример оценки риска опасных геофизических процессов на платформенных территориях // Спецтехника и связь, № 3, 2016. – С.36– 42.)
9. Минаев В.А., Топольский Н.Г., Фаддеев А.О., Кузьменко Н.А. Моделирование миграции опасных эндогенных геологических процессов // Материалы XXIV Международной научно-технической конференции «Системы безопасности» – 2016. М.: Академия ГПС МЧС РФ, 24 ноября 2016. – С. 14–20.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИОБРЕТЕНИЯ ЗНАНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В.И. Орешков

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Важнейшей составляющей конкурентоспособности предприятий в настоящее время является возможность использования знаний для повышения эффективности протекающих в них бизнес-процессов. Основным инструментом для решения данной задачи является специальный класс информационных систем, которые известны как **интеллектуальные системы (ИС)** или **системы, основанные на знаниях (СОЗ)**. Эти системы решают задачи приобретения знаний об изучаемых процессах и явлениях, их формализации и представления в машиночитаемом виде, а также формирования базы знаний (БЗ), из которой знания посредством технологий логического вывода могут быть предоставлены всем заинтересованным лицам.

История развития СОЗ насчитывает несколько десятилетий. В середине 1960-х годов начали развиваться экспертные системы (ЭС), которые, по сути, моделировали поведение эксперта предметной области. В ЭС знания «извлекались» из экспертов посредством интервьюирования. Затем инженер по знаниям (когнитолог), формализовал их в виде фреймов, онтологий, продукционных систем, концептуальных карт, семантических сетей и других способов представления. Предполагалось, что ЭС будут заменять эксперта в процессе поддержки принятия решений в различных предметных областях.

Исторически, первой полноценной ЭС стала система DENDRAL для определения молекулярной структуры органических соединений, разработанная в 1965 г. в Стэнфордском университете. Другой широко известной ЭС стала медицинская диагностическая система MYCIN. Тем не менее, большинство разработанных ЭС не нашли широкого практического применения, оставаясь на уровне научных проектов в области искусственного интеллекта (ИИ). Причин этого несколько:

- знания, предоставляемые экспертами, не всегда оказывались корректными, согласованными, непротиворечивыми и отражающими все релевантные аспекты предметной области;
- сам процесс формализации знаний является трудоёмкой процедурой с неоднозначными результатами;
- знания в БЗ требовали постоянной актуализации, поэтому процесс построения ЭС оказывался фактически бесконечным.

Кроме этого, практическое использование ЭС во многих случаях ограничивалось законодательно. Например, система MYCIN, хотя и показала хорошие результаты, была запрещена к практическому использованию в медицинских учреждениях США.

Перечисленные проблемы заставили исследователей в области ИИ искать новые решения на пути моделирования интеллектуальной деятельности человека. Ключевыми направлениями здесь стали:

- отход от эксперта, как единственного источника знаний;

- переход от концепции **замены** человека интеллектуальной системой к концепции **поддержки** человека интеллектуальной системой в процессе принятия решений (что, в том числе, позволяло снять законодательные ограничения на использовании ИС).

В результате был совершён концептуальный переход от ЭС к СОЗ, что и отражало отход от обязательного использования эксперта в процессе приобретения знаний. Альтернативным подходом теперь рассматривалось извлечение знаний из данных, описывающих объекты, процессы и явления предметной области, в виде зависимостей, закономерностей и структур (паттернов), как правило, скрытых и недоступных для простого визуального анализа. При этом обнаруженные в данных зависимости, закономерности и структуры, не следует позиционировать как знания: предполагается, что они должны быть визуализированы наиболее удобным для восприятия человека способом - в виде графиков, диаграмм, схем, карт и т.д., а уже в процессе интерпретации их специалистом порождаются знания, необходимые для принятия решений. Данный факт отражает концепцию перехода от замены человека к поддержке человека в процессе принятия решений.

Таким образом, главной особенностью СОЗ является возможность приобретения знаний как «от эксперта», так и «от данных». Следовательно, типичная СОЗ должна содержать элементы, характерные для ЭС, дополненные инструментами анализа данных, такими как Data Mining и Big Data, извлекающие из данных скрытые зависимости и закономерности, которые затем автоматически должны быть преобразованы в форматы представления знаний, подходящие для БЗ.

Библиографический список

1. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям (+ CD): учеб. пособие. — 2-е изд., испр. - СПб.: Питер, 2013. — 704 с.: ил.
2. Бакулева М.А., Корячко В.П., Орешков В.И. Интеллектуальные системы и нечёткая логика: учебник. – М.: Курс, 2017. – 235 с.: с ил.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

И.В. Дрожжин

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф., зав. каф. САПР ВС

Научный консультант – Мылов Г.В.

д.т.н.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов связанных с конструкторско-технологическим проектированием при подготовке производства высокопрецизионных печатных плат. Существующие cad/cam-ориентированные программные продукты не позволяют в полной мере обеспечить качество и надёжность при производстве нетиповых печатных плат [1]:

- печатные платы с «глухими» отверстиями;
- печатные платы по методу послойного наращивания;

- гибко-жесткие печатные платы;
- печатные платы со встроенными компонентами.

Производство вышеуказанных печатных плат возможно лишь при наличии высокоточного оборудования с использованием современных отработанных технологических процессов, а также современных САПР, дополненных специализированным программным обеспечением, учитывающим технологические особенности конкретного производства [2].

Главной особенностью подготовки производства вышеуказанных печатных плат является большое количество операций анализа и корректировки структуры и топологии, выпуска вспомогательных программ для повышения технологичности производства, выполнение операций, непредусмотренных программным обеспечением. Все это накладывает на оператора дополнительные требования к знаниям процесса подготовки и производства печатных плат. В случае появления ошибок на данном этапе процент выхода годной продукции может резко снизиться, в том числе и до нуля.

Автоматизация конструкторско-технологического проектирования [3] позволяет решить ряд важных проблем от ускорения процесса подготовки производства до исключения действий оператора, приводящих к появлению несоответствующей продукции, что является главным критерием в оценке уровня производства.

Библиографический список

1. Мылов Г.В., Медведев А.М., Семенов П.В., Дрожжин И.В. Производство гибких и гибко-жестких печатных плат. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 268 с.
2. Мылов Г.В., Дрожжин И.В. Снижение плотности межсоединений многослойных печатных плат// Вестник РГРТУ №4, 2015 г. Часть 1. с 115-120.
3. Дрожжин И.В. Алгоритм повышения технологичности многослойных печатных плат// Вестник РГРТУ №3, 2016 г. с 75-81.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ АРХИТЕКТУРА WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС ПРОЦЕССАМИ

К.В. Макаров, П.Н. Акишин

В настоящее время в банковском секторе происходит переход на новую технологическую платформу. Стратегия этого перехода обсуждается на многих крупных дискуссионных площадках, ИТ-форумах 2017. Одной из базовых составляющих новой платформы является Единая Фронтальная Система (ЕФС).

В докладе представлен подход формирования ЕФС на примере ПАО «Сбербанк».

Разработанная Единая Фронтальная Система позволит объединить все точки контакта для Клиента и, в конечном итоге, станет платформой для омниканального обслуживания и единой истории операций.

Одной из основных задач программы ЕФС является трансформация всех фронтальных систем к единому технологическому стеку. На уровне Клиента фронтальная система представляет собой интерфейс, через который любой пользователь взаимодействует с банком. Это может быть интернет-

банк (Сбербанк Онлайн) банкоматы, терминалы, интерфейсы операторов в отделениях и call-центрах и другие системы, которыми пользуются многие тысячи клиентов и сотрудников банка в России.

Основная проблема, существующая на данный момент, отсутствие унифицированной программной системы и необходимость модификация имеющихся программ (устаревшего кода). Разнотильные по архитектуре и дизайну существующие фронтальные системы вызывают сложности: при обращении к ним (с точки зрения Клиента) в обслуживании (с точки зрения сотрудников банка) и при необходимости доработки и модификации (с точки зрения разработчика). Поэтому основная задача фронтенда ЕФС заключается в приведении существующих программ к единой, унифицированной и согласованной кодовой базе, к единому технологическому стеку с удобным и понятным пользовательским сценарием.

Рассмотрим общие принципы ЕФС:

- ЕФС представляет из себя одну систему, состоящую из компонентов, а не набор разрозненных систем, хаотично интегрированных между собой.
- ЕФС разбита на функциональные подсистемы (ФП), каждая из которых имеет определенного бизнес-владельца.
- ФП разбита на единицы развертывания (приложения), которые закреплены за конкретными отделами в производстве.
- Приложение содержит модули, которые являются минимальными единицами разработки и повторного использования кода. Модули закреплены за конкретными командами.

Основные требования к ЕФС:

- Надежность и безопасность.
- Отказоустойчивость. В идеале должны быть достигнуты показатели 99,99%, что эквивалентно приостановке работы системы на 52 минуты в год.
- Удобство для разных социально-демографических категорий пользователей.
- Соблюдение требования стандартизации, что позволяет сэкономить значительное время на обучение сотрудников.
- Быстрота работы и внедрения, так называемый time-to-market.

До эры ЕФС время вывода нового технического продукта на рынок могло составлять до 1 года. С ЕФС ставится задача сократить time-to-market до 1 месяца.

Таким образом, соблюдение принципов и требований ЕФС позволит выйти на качественно новый уровень организации пользовательских сервисов банка и решить вопрос быстрой разработки и внедрения новых программных решений.

Секция 1
Информационные технологии в социальных и экономических системах

**УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ФОРМИРОВАНИЯ РЕЙТИНГА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ С
УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

А.И. Моргунов

Научный руководитель – О.Н. Ромашкова

д.т.н., проф.

Московский городской педагогический университет

Рейтинг – один из возможных в рамках независимой системы оценки качества образования подходов к представлению информации о результатах деятельности образовательных организаций.

Наиболее известными международными рейтингами оценки качества среднего образования на сегодняшний день признаны мониторинг оценки качества образования в школе PISA, оценка эффективности обучения в разных странах TIMSS, независимая система оценки качества образования PIRLS, рейтинг качества образования по граждановедению в мире ICCS [1, 2].

Проведенный анализ существующих рейтинговых алгоритмов и моделей оценки деятельности образовательных организаций в субъектах Российской Федерации показал, что основными критериями формирования рейтинга оценки качества образования являются: учебные результаты обучающихся школы, участие обучающихся в процедурах независимой оценки качества знаний, эффективность внутришкольного мониторинга, соответствие деятельности образовательной организации аккредитационным показателям, доступность и открытость информации о деятельности образовательной организации, позитивное отношение родителей (законных представителей), выпускников к образовательной организации.

Наиболее прозрачной и независимой является система рейтинга образовательных организаций в г. Москве, общими принципами которой являются: учет измеряемых результатов учеников (а не процессов и условий), все данные выгружаются из городских информационных систем, а не заявок и деклараций школ, учет только позитивных достижений обучающихся [3, 4].

Сложившаяся система оценки вклада школ в качественное образование столичных школьников позволяет абсолютно каждому обучающемуся повысить рейтинговый балл школы за счет своих учебных достижений по различным направлениям. Однако зачастую оказывается, что один обучающийся приносит баллы в общую копилку школы по нескольким направлениям сразу, а десяток других обучающихся – ни одного. При этом в действующей модели формирования рейтинга это никак не отслеживается.

Действующие методики формирования рейтинга не позволяют учитывать достижения слабых обучающихся, развивших в себе талант по определенному направлению и пока не достигших высоко значимых результатов в этой области, но при этом сделав большой шаг вперед для себя.

В настоящее время, учитывая развитие современных информационных технологий, решение такой задачи не кажется невыполнимой. Современные информационные системы в области образования позволяют хранить большой объем информации, консолидировать данные по каждому ребенку и отслеживать его динамику в образовательном процессе.

Так, например, очевидным примером является комплексная информационная система «Государственные услуги в сфере образования в электронном виде», созданная в 2013 году с целью предоставления услуг в сфере образования, в том числе в электронной форме, которая содержит сведения, необходимые для предоставления таких услуг, а также обеспечивает ведение в электронной форме единого учета указанных сведений.

На сегодняшний день система содержит в себе несколько подсистем учета обучающихся по различным уровням образования, кроме того она постоянно обменивается данными с другими информационными ресурсами, такими как электронный журнал/дневник, региональная база РЦОИ (ЕГЭ и ОГЭ), базы олимпиад, регистр качества образования.

Такой обмен данных позволяет аккумулировать сведения о каждом обучающемся, идентифицировав его с помощью уникального 24-значного кода.

Применение перечисленных возможностей при оценке деятельности образовательных организаций, позволит увидеть реальный вклад школы и оценить в развитие каждого обучающегося, отслеживать его динамику, как в целом, так и по отдельно взятым критериям. Помимо этого, особую значимость такой методике оценки придает сложившаяся система финансирования образовательных организаций – нормативно-подушевая.

Таким образом, основной задачей создания объективного формирования рейтинга образовательных организаций, является разработка модели оценки деятельности школ, учитывающей индивидуальные достижения абсолютно каждого обучающегося.

Библиографический список

1. Ермакова Т.Н. Методика выбора информационной модели для оценки показателей качества обучения / Ермакова Т.Н., Ромашкова О.Н.// Вестник РУДН Серия «Информатизация образования». – 2015. - №2. – С.14 – 20.

2. Ромашкова О.Н. Информационная система для оценки результатов деятельности общеобразовательных организаций г. Москвы / О.Н. Ромашкова, А.И. Моргунов // Вестник РУДН Серия «Информатизация образования». – 2015. - №3. – С.88 –95.

3. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Алгоритм работы с модулем «Учебная деятельность» управленческой информационной системы для образовательного комплекса // В сборнике: Исследование различных направлений современной науки VIII Международная научно-практическая конференция. 2016. С. 917-924.

4. Ермакова Т. Н., Ромашкова О. Н. Повышение эффективности управления информационными потоками в образовательном комплексе // Вестник РГРТУ. 2016. № 57. С. 82-87.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А.И. Моргунов

Научный руководитель – О.Н. Ромашкова

д.т.н., проф.

Московский городской педагогический университет

Важнейшей функцией управления образовательной системой является постоянный мониторинг ее составляющих, результаты которого становятся основополагающими факторами для принятия управленческих решений.

Мониторинг системы образования – систематическое стандартизированное наблюдение за состоянием образовательной системы и динамикой его изменений, условиями осуществления образовательной деятельности, контингентом обучающихся, учебными достижениями обучающихся, профессиональными навыками выпускников организаций, осуществляющих образовательную деятельность, состоянием сети организаций, осуществляющих образовательную деятельность.

С учетом колоссального объема информации, подлежащей анализу в крупной образовательной системе, проведение мониторинга деятельности образовательных организаций проводится с применением прикладных информационных систем [1, 2].

Анализ информационных систем, используемых в субъектах Российской Федерации, позволил выделить наиболее эффективные практики.

Так, например, все образовательные организации Республики Татарстан подключены к единой системе мониторинга, которая основана на решении «БАРС. Web-Мониторинг Образования». Система осуществляет мониторинг ресурсов отрасли, включая педагогические кадры (возраст, уровень образования, кадровая потребность) и материально-техническое состояние организации. Данная информационная система является инструментарием для тактического и стратегического планирования, а проводимый мониторинг обеспечивает открытость сферы образования.

Автоматизированная информационная система «Мониторинг системы образования в Республике Мэрий Эл» представляет собой единую точку доступа для образовательных организаций республики, обеспечивает унифицированное представление информационных ресурсов на основе единых форм, механизмов навигации и поиска, обратную связь с поставщиками информации. Данная система позволяет автоматизировать сбор, обработку, анализ данных мониторинга системы; обеспечить надежной и актуальной информацией орган управления образованием для принятия управленческих решений на всех уровнях образования; обеспечить доступность и прозрачность информации о системе образования Республики; создать информационную площадку для информирования широкого круга представителей педагогического сообщества и других потребителей о состоянии деятельности образовательных организаций в субъекте.

АИС «Мониторинг образования» обеспечивает автоматизацию сбора и анализа статистических показателей системы образования Удмуртской Республики. Система обеспечивает взаимодействие всех заинтересованных лиц в организации сбора отчетности по формам федерального статисти-

стического наблюдения и региональным формам мониторинга, а также позволяет формировать необходимые аналитические отчёты с возможностью отображения результатов аналитики в открытом доступе. Интеграция АИС «Мониторинг образования» с другими ведомственными автоматизированными информационными системами («Электронный детский сад», «Электронная школа», «Электронный колледж») создаёт условия для формирования целостного представления о состоянии региональной системы образования и способствует минимизации отчётности и обеспечению максимальной достоверности сведений, предоставляемых в формируемых отчётах

Трехуровневая ИСУ «Образование» позволяет объединить информационными потоками все образовательные организации Хабаровского края. Данная система представляет собой вертикально интегрированный комплекс информационных систем и ресурсов, включающий центральную информационную систему обработки данных деятельности образовательных организаций и ведомственные информационные системы управления, ресурсы которых предназначены для принятия управленческих решений в сфере государственного управления. ИСУ «Образование» обеспечивает систематизацию и анализ информации об уровне состояния и развития, в том числе в сопоставлении с государственной статистикой; информации об эффективности деятельности муниципальных органов управления образованием и образовательных организаций; информации о ходе реализации программ, проектов, комплексов мероприятий, реализуемых за счет средств бюджета; кадастровой информации и связанных с ней данных об объектах системы образования региона.

Проведённый анализ прикладных средств для мониторинга деятельности образовательных организаций показал, что данные информационные системы не являются унифицированными, отличаются масштабностью, обладают мощным функционалом, способствующим повышению эффективности процессов мониторинга и оценки качества образования за счёт консолидации и анализа статистических данных, предоставляющих сведения по различным показателям индикаторам состояния и развития образования в субъектах, в том числе и на уровне образовательных организаций.

Тем не менее, следует отметить, что ни одна из информационных систем не позволяет отслеживать динамику успешности каждого отдельно взятого обучающегося, оценивая результативность образовательных организаций, а не их вклад в развитие и качественное образование детей.

Библиографический список

1. Ермакова Т.Н. Методика выбора информационной модели для оценки показателей качества обучения / Ермакова Т.Н., Ромашкова О.Н.// Вестник РУДН Серия «Информатизация образования». – 2015. - №2. – С.14 –20
2. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Алгоритм работы с модулем «Учебная деятельность» управленческой информационной системы для образовательного комплекса // В сборнике: Исследование различных направлений современной науки VIII Международная научно-практическая конференция. 2016. С. 917-924.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ В СЕТЕВОЙ ТОРГОВОЙ КОМПАНИИ

О.Н. Ромашкова, П.А. Фролов

**ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет
(МГПУ)»**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, возникающих при использовании информационных технологий в решении задач управления сетевой торговой компанией.

В настоящее время идет активный процесс автоматизации процессов управления в сетевых торговых компаниях с целью снижения издержек и повышения прибыльности компаний. В связи с этим, одной из информационных технологий, используемых при этом, является технология автоматизации расчета ключевых показателей эффективности (КПЭ).

Актуальность данной проблемы обусловлена тем, что при этом возникает следующее научное противоречие – с одной стороны, при расчете КПЭ в сетевой торговой компании может использоваться большое количество уникальных отчетов, которые различаются как по содержанию и структуре данных, так и по форматам данных, используемых в них. С другой стороны, для увеличения эффективности расчета КПЭ необходимо решить несколько ключевых задач:

- 1) разработка базы данных, хранящей отчеты о деятельности компании;
- 2) разработка модели функционирования информационной системы, отвечающей за автоматизацию расчета КПЭ [1];
- 3) проектирование модели данных информационной системы по расчету КПЭ;
- 4) построение на основании спроектированных моделей данных информационной системы прототипа автоматизированной системы расчета КПЭ [2].

Целью исследования является разработка информационной системы расчета и анализа ключевых показателей эффективности сетевой торговой организации [3].

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- 1) произведено исследование предметной области сетевой торговой компании;
- 2) сформулированы требования к информационной системе сетевой торговой компании;
- 3) разработана модель бизнес-процессов сетевой торговой компании по расчету ключевых показателей эффективности;
- 4) разработан прототип информационной системы расчета ключевых показателей эффективности.

Библиографический список

1. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Методика выбора информационной модели для оценки показателей качества //Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2015. № 2. - 14-20 с.

2. Ермакова Т. Н., Ромашкова О. Н. Повышение эффективности управления информационными потоками в образовательном комплексе // Вестник РГРТУ. 2016. № 57. С. 82-87.

3. Ромашкова О.Н., Фролов П.А. Технология расчета показателей прибыли и рентабельности в коммерческой организации // Фундаментальные исследования. 2016. № 4. С. 102.

МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕДИНЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ (СТРУКТУРОЙ)

О.Н. Ромашкова, д.т.н., проф.,
Л. А. Пономарева, к.ф.-м.н., доц.

**ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет
(МГПУ)» Институт математики, информатики и естественных наук**

Рассматривается задача повышения эффективности управления образовательной системой путем модернизации организационной структуры управления [1, 2].

Целью работы является создание математической модели для оценки и повышения эффективности управления.

В работе [3] представлена структура управления объединенными образовательными организациями в виде графа (рисунок 1).

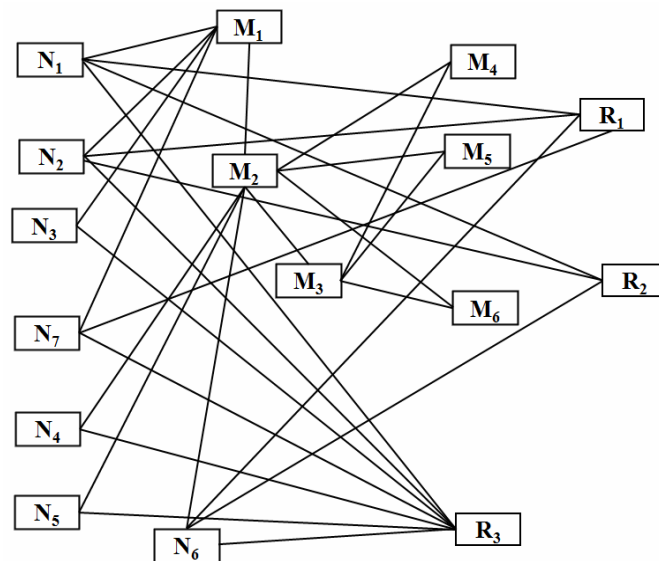


Рис. 1 – Модель модернизации структуры управления образовательной системой в виде графа (G)

Вершинами графа являются различные управленческие функции в объединенной образовательной организации (ООО). Находя различные пути заданной длины, можно получать оценку управления ООО или достигать более эффективного управления

Граф (G) описывается матрицей смежности (рисунок 2):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1								1						1	1	1
2								1						1	1	1
3								1								1
4								1								1
5								1								1
6								1						1	1	1
7								1						1		1
8	1	1	1					1	1							
9				1	1	1		1		1	1	1	1			
10								1		1	1	1	1			
11								1	1							
12								1	1							
13								1	1							
14	1	1						1	1							
15	1	1						1								
16	1	1	1	1	1	1	1	1								

Рис. 2 – Матрица смежности графа G

Для нахождения расстояний между вершинами заданной длины авторами использовался «волновой» алгоритм.

Описание алгоритма: движение по графу может начинаться из любой вершины. При этом конечные пункты маршрута могут быть произвольными либо фиксированными. Пусть вначале все вершины графа имеют целочисленную метку $A = 0$. Зададим стартовую вершину. Ее метка $A = 1$. «Волна» начнет распространяться по вершинам, имеющим нулевые метки. В момент времени $t = 1$ «волна» достигает соседние вершины и увеличивает значение их меток на единицу и т. д. Таким образом, метки вершин будут хранить время прохождения «волны».

Для нахождения заданных расстояний между вершинами в графе выбирается стартовая вершина и проводится «волновая» разметка графа G.

Утверждение 1: пусть $A(j) = k$ – метка произвольной вершины, равная целочисленному числу k . Тогда в графе G найдется такая последовательность вершин $(j, j_1, j_2, \dots, j_q, s)$, где s – стартовая вершина, что для меток вершин верно: $A(j) = k$; $A(j_1) = k - 1$; $A(j_2) = k - 2$; ...; $A(j_q) = 2$; $A(s) = 1$. При этом последовательность вершин $(j, j_1, j_2, \dots, j_q, s)$ образуют цепочку минимальной длины.

На основе этого утверждения возможно построение алгоритма нахождения кратчайшего пути в неориентированном невзвешенном графе, нахождение всех путей заданной длины.

Описанный алгоритм можно применять для нахождения оптимального плана минимизации финансовых затрат при объединении разнородных образовательных организаций в единую образовательную систему, модель которой может быть представлена в виде графа.

Библиографический список

1. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Алгоритм работы с модулем «Учебная деятельность» управленческой информационной системы для образовательного комплекса // В сборнике: Исследование различных направлений современной науки VIII Международная научно-практическая конференция. 2016. С. 917-924.

2. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Методика выбора информационной модели для оценки показателей качества обучения // Вестник Российского

университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2015. № 2. С. 14-20.

3. Ермакова Т. Н., Ромашкова О. Н. Повышение эффективности управления информационными потоками в образовательном комплексе // Вестник РГРТУ. 2016. № 57. С. 82-87.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ НАЛОГОВОЙ СЛУЖБЫ

В.С. Заболотникова

Научный руководитель – Ромашкова О.Н.

д.т.н., проф.

ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет» Институт математики, информатики и естественных наук

В настоящее время идет активная модернизация Федеральной налоговой службы России, основными целями которой являются: совершенствование контроля над соблюдением налогового законодательства, улучшение обслуживания налогоплательщиков, повышение эффективности функционирования налоговой системы за счет внедрения информационных технологий. Несмотря на то, что налоговая служба является наиболее быстро развивающимся направлением, остаются актуальными вопросы управления системой в целом как сложной социально-экономической системой, связанной с принятием решений различного масштаба. На практике стратегическое, тактическое и оперативное управление приходится проводить в условиях неполных и неточных данных, а применение интеллектуальных методов принятия управленческих решений позволяет решить большинство проблем, не прибегая к упрощению системы на различных уровнях и учитывая факторы развития сложных систем и множество альтернатив для лица, принимающего решения [1, 2, 3].

Целью исследования является повышение эффективности принимаемых управленческих решений в налоговой службе, осуществляемых в условиях неопределенности, используя методы искусственного интеллекта и интеллектуального анализа данных.

Экспертные системы (ЭС) осуществляют поддержку принятия решений путем моделирования суждений на основе экспертных знаний, а в качестве методов обработки данных применяются процедуры логического вывода и эвристического поиска решений, в результате чего пользователем может быть человек, не обладающий квалификацией эксперта. ЭС с нечетким выводом применимы в задачах принятия решений, диагностики и прогнозирования [4].

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ и сформировать группу факторов, влияющих на налогоплательщиков.
2. Разработать методику выработки эффективных управленческих решений, учитывающие факторы и влияющие на качество принимаемых решений.
3. Применить разработанную методику в среде MatLab.

Знания в ЭС представлены в виде правил, содержащих лингвистические переменные, значениям которых соответствуют нечеткие множества. Для решения каждого вида задач сформированы соответствующие наборы правил, которые будут содержать основные факторы и экспертные оценки по основным показателям, характеризующим налогоплательщика.

Основные этапы нечеткого вывода заключаются в следующем:

Формирование базы правил → Фаззификация входных переменных →
 Агрегирование подусловий → Активизация подзаключений →
 Аккумуляирование заключений

Ожидаемые результаты:

1. Определение группы факторов, оказывающих влияние на налогоплательщиков.

2. Методика получения эффективных управленческих решений в налоговой службе в условиях неопределенности.

3. Повышение эффективности управленческих решений, полученных с помощью интеллектуальных информационных систем.

Разработка и применение методики, реализация ее в среде MatLab позволит получить управленческие решения, направленные на эффективное управление налоговой службой.

Библиографический список

1. Ромашкова О.Н. Управленческие информационные системы: учеб. пособие / О.Н. Ромашкова. – М.: МГПУ, 2013. – 119 с.

2. Ромашкова О.Н. Методика выбора информационной модели для оценки показателей качества обучения / О.Н. Ромашкова, Т.Н. Ермакова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2015. – № 2. – С. 14-20.

3. Ромашкова О.Н. Алгоритм работы с модулем «Учебная деятельность» управленческой информационной системы для образовательного комплекса / О.Н. Ромашкова, Т.Н. Ермакова // В сборнике: Исследование различных направлений современной науки VIII Международная научно-практическая конференция. – 2016. – С. 917-924.

4. Андрейчиков А.В. Методы и интеллектуальные системы принятия решений для проведения ФОРСАЙТ-исследований / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова // Электронный журнал Cloud of Science. – 2014. – Т.1. – № 3. – С. 353-382.

ТЕХНОЛОГИЯ И АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

П.А. Фролов

Научный руководитель – Ромашкова О.Н.

д.т.н., проф.

Московский городской педагогический университет

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, возникающих при разработке и внедрении технологии и алгоритма автоматизированного расчета ключевых показателей эффективности в управлении в экономических системах.

В современном мире, при ведении деятельности коммерческой организации необходимо постоянно искать и находить пути снижения издержек, поскольку их снижение приведет к повышению прибыльности, что позволит коммерческой организации использовать дополнительные ресурсы для своего развития и одновременно повысит привлекательность организации для акционеров.

Актуальность данной проблемы обусловлена тем, что при ведении деятельности коммерческой организации необходимость автоматизации возникает в большинстве подразделений организации. Одной из сфер деятельности организации, подлежащей автоматизации, является расчет ключевых показателей эффективности. В связи с этим, необходимо решить следующие задачи:

- 1) разработка модели бизнес-процесса расчета ключевых показателей эффективности в коммерческой организации;
- 2) определение круга пользователей автоматизированной системы расчета ключевых показателей эффективности, в связи с конфиденциальностью информации о значениях КПЭ отдельных сотрудников;
- 3) разработка модели функционирования информационной системы, отвечающей за автоматизацию расчета КПЭ;
- 4) построение на основании спроектированных моделей данных информационной системы прототипа автоматизированной системы расчета КПЭ.

Целью исследования является разработка технологии и алгоритма автоматизированного расчета ключевых показателей эффективности коммерческой организации.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- 1) произведено исследование предметной области коммерческой организации;
- 2) сформулированы требования к информационной системе коммерческой организации;
- 3) разработана модель бизнес-процессов коммерческой организации по автоматизированному расчету ключевых показателей эффективности;
- 4) определен круг пользователей автоматизированной системы расчета ключевых показателей эффективности;
- 5) разработан прототип информационной системы автоматизированного расчета ключевых показателей эффективности в управлении в экономической системе.

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Л. А. Пономарева, к.ф-м.н., доц.,

В.Л. Коданев, к.т.н., доц.,

С.В. Чискидов, к.т.н., доц.

ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)» Институт математики, информатики и естественных наук

Работа посвящена разработке модели поддержки учебного процесса в МГПУ для автоматизации управления уровнем освоением компетенций.

Объектом исследования является образовательный процесс вуза. Предметом исследования является учебный процесс, описанный как информа-

ционный объект. Целью исследования является повышение эффективности управления объектом путем оптимизации его информационных потоков для повышения качества обучения [3].

В рамках поставленной задачи авторами было предложено определение информационного объекта – учебного процесса, отражающее его формализованную структуру.

Учебный процесс (УП) – это непрерывный, динамический, детерминированный процесс с жестко определенными, ограниченными ресурсами, состоящий из следующих элементов: аудиторные, внеаудиторные занятия и процесс контроля результатов обучения.

Каждый из элементов может быть декомпозирован на составляющие в зависимости от глубины строящейся модели.

УП регламентируется следующими документами: Закон Российской Федерации об образовании; Федеральные государственные стандарты высшего образования, образовательные программы высшего образования; Устав МГПУ; приказы ректора МГПУ; решения Ученого совета МГПУ; должностные инструкции профессорско-преподавательского состава (ППС), реализующего УП в рамках образовательных программ высшего образования; внутренние правила университета.

Для осуществления УП необходимы следующие ресурсы: профессорско-преподавательский состав (ППС); аудитории для проведения занятий; лекционные и лабораторные компьютерные и мультимедийные аудитории; доступ к ресурсам сети Интернет; корпоративная информационная сеть МГПУ. Функционирование УП может быть описано следующими подмножествами [1, 2]:

- входные воздействия на модель $x_i \in X$, где $i = 1, \dots, n_x$, где x_i – это наличие студентов, различные формы проведения занятий, различные технологии обучения, квалификация ППС.

- воздействия внешней среды $v_l \in V$, где $l = 1, \dots, n_v$, где n_v – это рабочие программы дисциплин, расписание, закон об образовании, образовательные стандарты и др.

- внутренние (собственные) параметры модели $h_k \in H$, где $k = 1, \dots, n_h$, где n_h – это количество форм контроля результатов обучения, частота выполнения контроля обучения, объем самостоятельной работы студента, критерии оценки результатов обучения (ответов на экзаменах / зачетах, выполнения контрольных и курсовых работ, результатов тестирований), время, объем часов, отведенный на различные виды аудиторных занятий (лекций, практических занятий и др.).

- выходные характеристики модели $y_j \in Y$, где $j = 1, \dots, n_y$, где n_y – это количество студентов, освоивших исследуемую компетенцию на заданном уровне.

В перечисленных подмножествах управляемые переменные – входные, внутренние и выходные параметры. Неуправляемые переменные – воздействие внешней среды. Все характеристики однозначно определяются входными воздействиями. Закон протекания УП (S) может быть представлен в общем виде: $\bar{y}(t) = F_s(\bar{x}, \bar{v}, \bar{h}, t)$.

В работе предложено описание общего вида математической модели учебного процесса и предлагается методика применения модели для анализа эффективности управления учебным процессом.

Библиографический список

1. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Методика выбора информационной модели для оценки показателей качества // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2015. № 2. - 14-20 с.

2. Ермакова Т. Н., Ромашкова О. Н. Повышение эффективности управления информационными потоками в образовательном комплексе // Вестник РГРТУ. 2016. № 57. С. 82-87.

3. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Алгоритм работы с модулем «Учебная деятельность» управленческой информационной системы для образовательного комплекса // В сборнике: Исследование различных направлений современной науки VIII Международная научно-практическая конференция. 2016. С. 917-924.

ПАТТЕРНОВАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ДЕЛАМ ОБ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ПРАВОНАРУШЕНИЯХ

Е.А. Романова

Научный руководитель – О.К. Головнин

к.т.н., доц.

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Основная цель производства по делам об административных правонарушениях заключается в обеспечении законности, предупреждении и пресечении совершаемых правонарушений. По данным статистики Министерства юстиции Российской Федерации ежегодно растет число административных правонарушений. В связи с этим в нашей стране проблема ответственности за правонарушения является очень острой. Производство по делам об административных правонарушениях определяет порядок рассмотрения административных дел и подготовительных мер, процесс обжалования и исполнения постановлений о наложении административных взысканий [1]. Уполномоченные органы, ведущие учет дел по административным правонарушениям, сталкиваются с рядом проблем [2]:

- отсутствие единой электронной базы данных по делам;
- трудности, возникающие при отслеживании процессуальных сроков;
- большая нагрузка на специалиста из-за большого объема дел;
- формирование документации по административному делу в «ручном» режиме.

Для автоматизации ведения производства по делам об административных правонарушениях разработана автоматизированная информационная система учета административных дел.

Функционал автоматизированной системы учета дел об административных правонарушениях содержит [3]:

- анализ сведений лиц, принимающих участие в процессе производства по административному делу;
- формирования календаря задач для отдельного пользователя системы;
- контроль процессуальных сроков по делам;
- ведение картотеки административных дел;

- формирование документов и отчетов, необходимых для административного производства.

Функции пользователей системы разделены в зависимости от прав доступа. Администратор имеет возможность ведения справочников и списка пользователей системы, управление шаблонами документов и отчетов по делу. Функции специалиста и начальника отдела включают управление делами, поиска дел по заданному критерию, управление календарем задач и формирования документов. Начальник отдела принимает решения по делам и распределяет дела по специалистам [4].

В автоматизированной системе учета административных дел реализована математическая модель поддержки принятия решений, основанная на технологии поиска описания прецедентов (паттерно) решения схожих задач в базах знаний – CBR (Case-Based Reasoning) [5].

Паттерновый подход позволяет структурировать накопленный опыт в виде данных и знаний, необходимый для решения новой задачи на основе адаптаций и повторного использования решений аналогичных задач.

В системе учета прецедент представлен в виде паттерна проектирования, который характеризует некоторые свойства задачи поиска решения по административному делу.

Разработанная система реализована на языке программирования C# в среде Visual Studio 2015. База данных системы построена на основе системы управления базами данных MySQL.

Таким образом, разработанная система учета административных дел позволит:

- исключить процессуальные нарушения по делу;
- обеспечить формирование документации в процессе производства по делам об административных правонарушениях;
- сократить время формирования отчетов по административному делу;
- обеспечить поддержку принятия решений по делу на основе технологии CBR.

Библиографический список

1. Агапов А.Б. Административная ответственность: учебник для магистров. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 494 с.
2. Головнин О.К., Романова Е.А. Автоматизированная информационная система учета дел об административных правонарушениях // Перспективные информационные технологии: труды Междунар. научно-технич. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2017. – С. 619-622.
3. Головнин О.К., Романова Е.А. Программная система поддержки принятия решений в процессе производства по делам об административных правонарушениях // V Всероссийская конференция «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений» (с приглашением зарубежных ученых): сборник трудов (Уфа, 16–19 мая 2017 г.). – Т. 1. – Уфа : УГАТУ, 2017. – С. 115–118.
4. Карпов Л.Е., Юдин В.Н. Методы добычи данных при построении локальной метрики в системах вывода по прецедентам. – М.: ИСП РАН, препринт N 18, 2006.

5. Норенков И.П., Уваров М.Ю. Поддержка принятия решений на основе паттернов проектирования // Наука и образование. – 2011. – №9; URL: <http://technomag.edu.ru>.

КОМПЛЕКСНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Ф.О. Федин

Московский городской педагогический университет

В докладе рассматривается подход к разработке классификации аналитических задач управления в образовательных системах (ОС), как к одному из множества методов изучения окружающей действительности, направленных на минимизацию возможных затрат при получении новых знаний и формирования основы для дальнейшего системного анализа и синтеза. Выполнение классификации, как логической операции, подразумевающей разделение всего анализируемого многообразия аналитических задач, в соответствии с обнаруженными различиями и сходствами на классы (обособленные группы), предложено выполнить на основе классификационных признаков, выявленных в результате исследования опыта аналитической работы и материалов работ [1, 2, 4, 5]. В результате проделанной работы в качестве квалификационных признаков были определены (в скобках указаны аналитические задачи, соответствующие классификационным признакам):

- группы методов аналитической обработки данных (*базовые задачи*: прогнозирования, классификационного, регрессионного, кластерного, аффинитивного и секвенциального анализа; *задачи, граничащие с очисткой и визуализацией*: анализа отклонений, факторного анализа, корреляционного анализа);
- назначение (описательные, предсказательные);
- число реализуемых моделей (решаемые путем замены визуализатора, решаемые с помощью одной модели, решаемые посредством применения ансамбля моделей [3, 6]);
- функции управления (планирования, организации, мотивации, контроля, координации);
- уровни управления ОС (федерального, регионального и муниципального уровней управления ОС, а также уровня управления отдельной образовательной организацией);
- виды управленческой деятельности в образовательной организации (управления образовательной и педагогической, научной, административно-хозяйственной, финансово-экономической, инновационной деятельностью);
- стратегии обучения аналитических моделей (обучения «с учителем», обучения «без учителя»);
- уровни целей анализа (стратегические, тактические, ситуационные).

Предложенная классификация обеспечивает формирование тех исходных единиц, тех отдельностей, которые позволяют лицам, принимающим решения (аналитикам) ориентироваться в многообразии аналитических задач, а также в выборе подходов к их разрешению в целях поддержки принятия управленческих решений.

Библиографический список

1. Федин Ф.О. Комплекс задач аналитической обработки учреждений образования. Статья // Наука и мир №2 (6), 2014, Том 1, с186-188.
2. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Алгоритм работы с модулем «Учебная деятельность» Управленческой информационной системы для образовательного комплекса // В сборнике: Исследование различных направлений современной науки VIII Международная научно-практическая конференция. 2016. С. 917-924.
3. Витяев Е.Е., Костин В.С. Естественная классификация, систематика, онтология. Информационные технологии в гуманитарных исследованиях, Вып. 13, ИАЭТ СО РАН, Новосибирск, 2009. – с. 65-75.
4. Забродин В.Ю. О критериях естественной классификации. – НТИ, сер.2, 1981, №8.
5. Горелов Г.В., Ромашкова О.Н. Оценка качества обслуживания в сетях с пакетной передачей речи и данных //Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Прикладная и компьютерная математика. 2003. Т. 2. № 1. С. 23-31.
6. Zagoruiko N., Borisova I. «Principles of natural classification» // Pattern Recognition and Image Analysis, 2005, Vol.15, No.1.

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВУЗА

И.П. Василюк

Научный руководитель - Ромашкова О.Н.

д.т.н., проф.

ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)» Институт математики, информатики и естественных наук

Рассматривается задача повышения эффективности управления образовательной системой – вузом по целевым показателям международных рейтинговых систем путем модернизации и комплексной автоматизации структуры управления [1 - 3].

Целью работы является создание управленческой информационной системы для оценки и повышения конкурентоспособности вуза на примере Российского университета дружбы народов.

7 мая 2012 г. Президент России подписал Указ №599 "О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки", в котором, в частности, поручил Правительству РФ разработать и утвердить план мероприятий по развитию ведущих российских университетов. План должен предусматривать повышение конкурентоспособности российских вузов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, а также обеспечение «вхождения к 2020 году не менее пяти российских университетов в первую сотню ведущих мировых университетов согласно мировому рейтингу университетов». Правительством РФ 16 марта 2013 года было принято Постановление № 211 «О мерах государственной поддержки ведущих университетов Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных цен-

тров», в котором утвержден план мероприятий по повышению глобальной конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров (проект 5-100).

Традиционно для решения подобной задачи используются методики оценки деятельности университетов по различным показателям с заданными авторами рейтинга весами, что приводит к значительным различиям между результатами различных рейтингов. Именно это определяет необходимость проведения исследований в данном направлении, разработки на основе использования нейросетевых технологий, новых методов количественной оценки, многокритериального анализа и прогнозирования показателей деятельности ведущих университетов в контексте повышения их конкурентоспособности. Немаловажным фактором повышения конкурентоспособности вуза является эффективная система управления по целевым показателям, поддерживаемая современными управленческими информационными системами и технологиями [4, 5].

Автором предлагается новая архитектурная модель управленческой информационной системы для РУДН, учитывающая необходимость экстренного улучшения основных рейтинговых показателей вуза по главным направлениям деятельности с целью повышения его конкурентоспособности. Архитектурная модель содержит четыре укрупненных уровня: стратегический, концептуальный, логический и уровень разработки. Автором используется подход к разработке управленческих информационных систем, обеспечивающих деятельность университета, который предусматривает комплексную автоматизацию функций вуза, его образовательной среды, его информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, а также различных аспектов создаваемой управленческой информационной системы, характеризующих ее представление как совокупность программных приложений и информационных ресурсов, реализуемых наилучшими технологическими решениями. Основой такого подхода является концепция архитектуры предприятия (Enterprise Architecture, EA), которая в общем виде описывает, каким образом предприятие планирует реализовать свои стратегические цели посредством оптимальной организации своей деятельности через использование эффективной инфраструктуры ИТ [6].

Библиографический список

1. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Алгоритм работы с модулем «Учебная деятельность» управленческой информационной системы для образовательного комплекса // В сборнике: Исследование различных направлений современной науки VIII Международная научно-практическая конференция. 2016. С. 917-924.

2. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Методика выбора информационной модели для оценки показателей качества обучения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2015. № 2. С. 14-20.

3. Ермакова Т. Н., Ромашкова О. Н. Повышение эффективности управления информационными потоками в образовательном комплексе // Вестник РГРТУ. 2016. № 57. С. 82-87.

4. Пономарева Л.А., Коданев В.Л. Разработка модуля корпоративной информационной системы «Образовательная среда вуза» на базе облачных технологий // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии сборник материалов XVII международной научно-методической конференции: 5 т., 2017. С. 393-398.

5. Пономарева Л.А., Голосов П.Е. Разработка математической модели учебного процесса в вузе для повышения качества образования // Фундаментальные исследования. 2017. № 2. С. 77-81.

6. Шурыгин, А.Н. Применение архитектурного подхода к формированию комплексной автоматизированной системы управления предприятием // Развитие информационного общества и информационное обеспечение административной реформы в субъектах РФ: сб. науч. трудов. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, ЦНТИ. 2009. С. 124-132.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ НАЛОГОВОЙ СЛУЖБОЙ

В.С. Заболотникова

Научный руководитель – Ромашкова О.Н.

д.т.н., проф.

**ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»
Институт математики, информатики и естественных наук**

Исходя из того, что в настоящее время ведется активная работа по модернизации Федеральной налоговой службы России с целью обеспечения эффективного управления, очевидным становится необходимость обработки большого количества информации о налогоплательщиках, имеющую не только количественный, но и качественный характер, которую невыгодно хранить и трудно перерабатывать традиционными методами. Рекомендуется использовать современные подходы, а именно методы интеллектуального анализа данных. Кластерный анализ занимает одно из центральных мест среди методов анализа данных и является одним из наиболее интересных и многообещающих подходов к исследованию многомерных явлений и процессов, использование которого оправдано везде, где требуется многомерный анализ разнокачественной информации. В работе приводится пример применения алгоритма нечеткой кластеризации с-средних.

Целью исследования является применение алгоритма нечеткой кластеризации с-средних для распределения налогоплательщиков по категориям внимания как одного из процессов управления в налоговой службе.

Задача кластеризации заключается в разбивке объектов X на несколько подмножеств (кластеров), в которых объекты более схожи между собой, чем с объектами из других кластеров [1].

Целесообразно разбиение налогоплательщиков на такие категории: категория 1 – добросовестные налогоплательщики – не нарушают налоговое законодательство, полностью и своевременно уплачивают налоги; категория 2 – плательщики умеренного риска – имеют налоговые риски, не подлежащие устранению (осуществление внешнеэкономической и посреднической деятельности); категория 3 – плательщики налогов высокого риска

с признаками мошенничества – регулярно нарушают законодательство, демонстрируют признаки мошенничества.

Пусть исследуемая совокупность данных о налогоплательщиках представляет собой конечное множество элементов $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, $n = 28$, которое получило название множества объектов кластеризации.

Выбраны основные факторы кластеризации $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, $p = 8$ (табл. 1), которые в наибольшей степени характеризуют деятельность налогоплательщиков.

Каждому элементу $a_i \in A$ поставлен в соответствие некоторый вектор $x_i = (x_1^i, x_2^i, \dots, x_q^i)$, где x_j^i – количественное значение признака $p_j \in P$ для объекта данных $a_i \in A$ (табл. 2).

Таблица 1 – Факторы для определения категории внимания

Номер фактора	Фактор
1	Показатель удельного веса начисленного в оплате налога на добавленную стоимость (НДС) в объеме числе продаж
2	Показатель удельного веса сумм заявленных к возмещению в общем объеме продаж
3	Показатель удельного веса операций освобожденных от налогообложения в общем объеме продаж
4	Показатель удельного веса товарообменных операций в сумме операций, которые облагаются налогом по ставке 20%
5	Доля операций по ликвидации основных фондов по решению плательщика в общем объеме операций, которые облагаются налогом по ставке 20%
6	Показатель отношения налогового обязательства к налоговому кредиту
7	Есть нарушения сроков оплаты налогов
8	Есть нарушения полноты уплаты налогов

Таблица 2 – Исходные данные нечеткого разбиения по факторам

№ п/п	Код налогоплательщика	основные факторы							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	1997314008	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	2374219787	1	1	1	1	0,9	0,9	1	1
3	1840313344	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
...
28	2675910384	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4

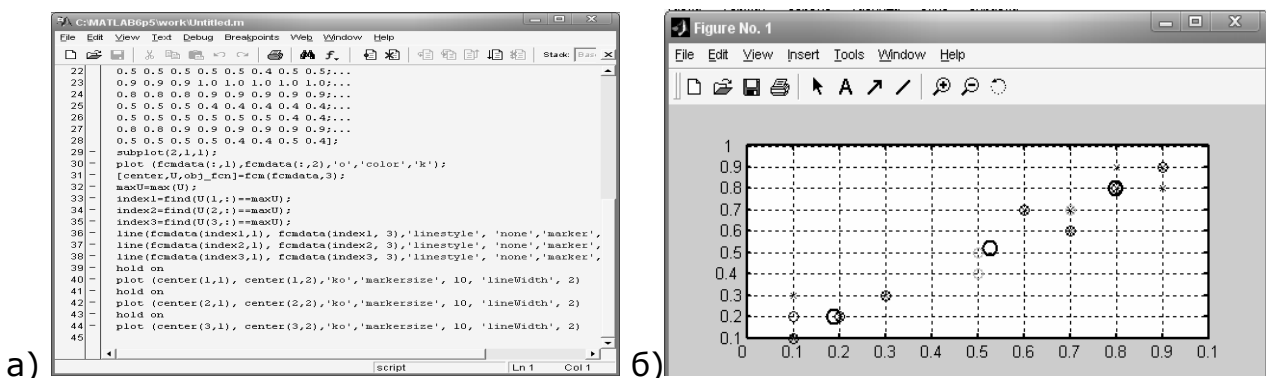


Рисунок 1 – а) m-файл с программным кодом нечеткой кластеризации; б) Визуализация решения нечеткой кластеризации

Результат решения задачи нечеткой кластеризации системой MatLab для трех нечетких кластеров представлен визуализацией исходных данных и результатов нечеткой кластеризации в двумерном пространстве на плоско-

сти. График координат точек, соответствующих объектам нечеткой кластеризации также изображены с имеющейся системе координат (рис.1).

Библиографический список

1. Чубукова И.А. Data Mining / И.А. Чубукова. – М.: Национальный Открытый университет «ИНТУИТ», 2016. – 471 с.
2. Ромашкова О.Н. Технология расчета показателей прибыли и рентабельности в коммерческой организации / О.Н. Ромашкова, П.А. Фролов // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 4. – С. 102.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТАЦИЙ УЧАЩИХСЯ ВУЗОВ

С.А. Павлова

Академия ФСИИ России

Существует множество методов исследования личностных ценностей. Изучение ценностных структур особенно актуально в кризисные и переходные моменты развития личности, так, как они тесно связаны с изменением условий жизни, переоценкой ценностной системы в целом. Исследование ценностей лиц юношеского возраста актуально еще и тем, что позволяет отследить системы ценностей у поколения, которое в ближайшем будущем войдет в состав трудовой прослойки населения. Одним из методов диагностики личностных ценностей является проведение опросников (методика М. Рокича, опросник терминальных ценностей И.Г. Сенина – Отец, морфологический тест жизненных ценностей (МТЖЦ) и др.).

Для проведения подобных исследований одним из способов автоматизации проведения диагностик личностных ценностей используются специализированные программные продукты.

В нашем исследовании вопросы теста методики «ОТеЦ» были загружены в программный комплекс «Альтаир», что позволило одновременно провести опрос нескольких групп учащихся, с помощью компьютеров, подключенных к локальной сети. В базе данных на сервере приложения имеется возможность хранения и обработки результатов.

Изначально, в программу «Альтаир» происходит загрузка вопросов и возможных вариантов ответов тестового опросника. Затем добавлялся список испытуемых (в наших исследованиях тестирование проводилось анонимно, испытуемым присваивались порядковые номера).

Впоследствии выполняются запросы, с помощью которых происходит группировка испытуемых по исследуемым признакам, с подсчетом набранных баллов на основе ключей проводимых опросников.

В результате работы запросов, формируются отчеты в виде таблиц, в которых отражаются желаемые показатели по всем тестируемым респондентам.

На основе сформированных отчетов, отражающих количественные данные по изучаемым психологическим особенностям проводится математический анализ с помощью пакетов программ SPSS, Statistica (в нашем исследовании обработка полученных результатов осуществлялась SPSS_17.0) и делались выводы по интересующим направлениям исследований.

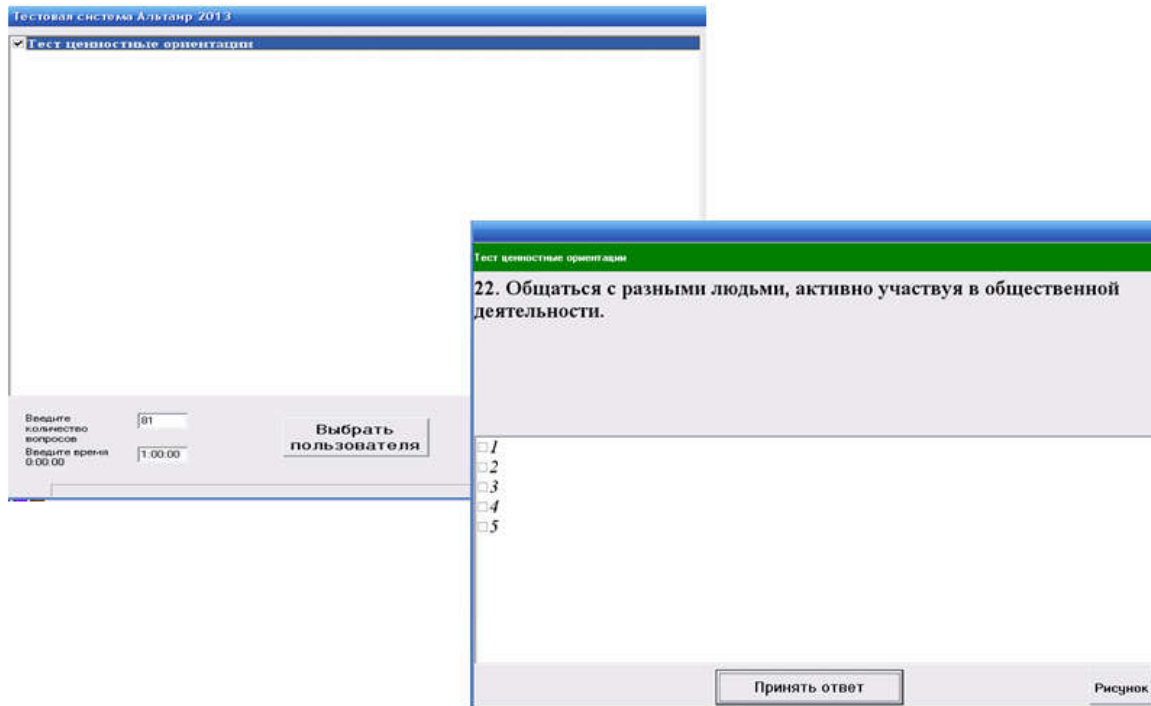


Рис. 1 - Интерфейс появления вопросов тестирования в программе «Альтаир»

Автоматизация проведения тестовых методик позволяет проводить опрос большого количества респондентов за короткий промежуток времени; позволяет автоматически проводить обработку анкет и группировать результаты; гибкость программного продукта дает возможность настраивать желаемые параметры, такие как: анонимность или открытость, группировка испытуемых по гендерному признаку, порядок появления задаваемых вопросов, а так же, широкого спектра возможностей формирования запросов, интересующих исследователя.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ: ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ, МЕТОДЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ, ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Е.В. Воробьев

Научный руководитель – Попов Д. И.

д.т.н., проф.

Московский политехнический университет

В докладе рассматривается предлагаемый автором подход к формированию коэффициентов значимости компетенций, утвержденных ФГОС ВО для различных специальностей, а также способы применения полученных результатов в процессе взаимодействия системы образования и рынка труда.

В качестве информационной базы, необходимой для решения поставленной задачи, используются данные ряда стандартов и классификаторов, список которых включает в себя профессиональные стандарты, ФГОС ВО, национальную рамку квалификаций, общероссийский классификатор специальностей по образованию (ОКСО) и другие. К основным критериям актуальности компетенции автор относит экспертные оценки ее значимости

для различных профессий, связанных с ней стандартами, а также интерес студентов к развитию у себя данной компетенции.

В докладе представлены фрагменты информационной модели, включающей в себя структурированные данные стандартов и связанные с ними результаты экспертного анализа и массового опроса. Также в докладе описывается процесс формирования итоговых весовых коэффициентов компетенций, состоящий из трех основных этапов и приводятся математические модели обработки данных на каждом из них.

Первый этап формирования коэффициента значимости компетенции – это определение того, насколько она важна для каждой профессии, с которой она связана профессиональным стандартом. На вход модуля, решающего данную задачу, поступают экспертные оценки, полученные в шкале отношений и определяющие, насколько данная компетенция важна именно для рассматриваемой профессии. В первом приближении оценки значимости формируются путем вычисления среднего арифметического всех экспертных оценок компетенции относительно данной профессии. При дальнейшей обработке данных определяется «вес» каждого экспертного мнения, исходя из отклонения его оценок от средних показателей. Затем формируется оценка значимости во втором приближении, уже учитывающая «вес» экспертного мнения. В докладе автор представляет разработанный алгоритм определения весовых коэффициентов экспертных мнений.

На втором этапе вычисляется итоговая экспертная оценка значимости компетенции. Она формируется на основе данных по всем профессиональным стандартам, вычисленных на первом этапе. Итоговая оценка также учитывает то, насколько каждый ФГОС, к которому относится рассматриваемая компетенция, соответствует профессиональным стандартам, с которыми он связан.

Третий этап – это влияние результатов массового опроса на итоговую экспертную оценку. Степень этого влияния зависит как от факторов, связанных с самим опросом, так и от факторов, характеризующих результат экспертного анализа. Так, максимальным влияние студенческого мнения будет только при соблюдении следующих условий: в опросе приняло участие 100% от возможного количества респондентов, их мнение полностью согласовано, а итоговая экспертная оценка равна среднему значению. Математическая модель влияния массового опроса и графики его зависимости от указанных факторов приводятся в докладе.

В заключительной части доклада приводится краткое описание принципов использования рассмотренных коэффициентов значимости для оценки компетентности студентов, а также приводится краткий обзор возможностей практического применения описанных подходов.

Библиографический список

1. Воробьев Е.В. Особенности практической реализации автоматизированной системы экспертной оценки компетенций // Вестник МГУП. 2015. №6. [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-prakticheskoy-realizatsii-avtomatizirovannoy-sistemy-ekspertnoy-otsenki-kompetentsiy> (дата обращения: 22.11.2016).

2. Воробьев Е.В. Принципы оценки профессиональной компетентности студента// Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 8-2, с. 294-297. (56, 57)

3. Воробьев Е.В. Принципы проведения экспертного анализа значимости профессиональных компетенций // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-2. – С. 238-242; [Электронный ресурс]. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39397> (дата обращения: 22.11.2016).

4. Попов Д.И., Воробьев Е.В Структуризация данных профессиональных и образовательных стандартов// Вестник МГУП. 2016. №1. [Электронный ресурс]. URL: http://vestnik.mgup.ru/issues/1_2016.pdf (дата обращения: 22.11.2016).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА СТАДИЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

П.В. Бочкарёв

Научный руководитель – Гусева А.И.

д.т.н., проф.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Возникновение новых областей исследований, новых научных направлений и дисциплин – процесс, который постоянно происходит в науке, составляя существенную особенность ее жизни и прогрессивного развития. Ключевые значения науки зависят от многих факторов, в числе которых важное место занимает темп развития новых перспективных направлений. Поскольку в настоящее время финансирование науки происходит на конкурсной основе, перед экспертами встает задача, насколько перспективно рассматриваемое научное направление.

Основой развития новых научных направлений является концепция цикличности развития науки.

Научное направление представляет собой совокупность научных работ, объединенных общностью объекта и методов исследования, общностью тем и их взаимосвязанностью.

К научным работам (научным результатам) относятся тезисы докладов, статьи, монографии и учебники, препринты, защищенные диссертации и результаты интеллектуальной деятельности [1].

Анализ больших научных данных, состоящих из научных работ, позволит определить научные направления и стадию жизненного цикла.

Жизненный цикл научного направления – это четыре фазы развития научного направления, состоящий из возникновения, роста, зрелости и насыщения.

На первой стадии развития научного направления преобладают фундаментальные исследования, на второй — прикладные исследования и разработки. Соответственно изменяется основной вид результатов научной деятельности. Этап зарождения нередко связан с научным открытием.

Закономерности жизненного цикла научного направления позволяют сформулировать принцип интенсификации фундаментальных исследований: объем используемых ресурсов должен изменяться в той же мере, что

и количество принципиально новых результатов, которые потенциально возможно получить на данном этапе развития научного направления.

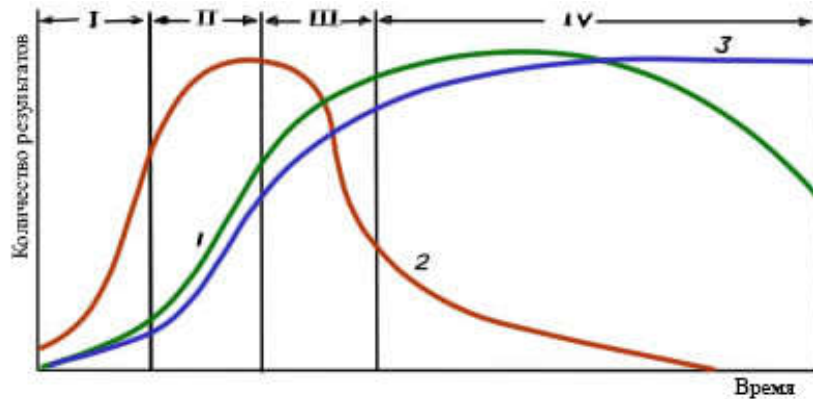


Рис. 1 - Модель жизненного цикла научного направления

На рисунке (см. рис.1) кривая 1 – это динамика ежегодного числа публикаций по данному научному направлению, 2- динамика ежегодного числа принципиально новых научных результатов в данном направлении, 3- накопленное количество принципиально новых научных результатов; I-зарождение направления, II-рост, III-зрелость, IV-насыщение.

Этап зарождения должен обеспечиваться сравнительно небольшим объемом ресурсов при высоком темпе их прироста. Этапы роста и зрелости научного направления протекают при максимальном объеме вовлеченных ресурсов, а этап насыщения позволяет существенно его уменьшить [2].

Научное направление представляется в виде объектно-ориентированной модели, которая согласуется с формальной концептуальной моделью научных данных CERIF (Common European Research Information Format) [3] и состоит из совокупности четырёх компонентов:

- название научного направления (классификатор);
- контент, который описывает семантику научного направления;
- множество научных результатов;
- фаза жизненного научного направления [1].

Экспертные методы позволяют представить фазы жизненного цикла научного направления как соотношение объемов различных научных результатов и установить границы этих соотношений. Наукометрические и статистические методы позволяют уточнить установленные границы и подтвердить адекватность и точность предложенных моделей [1].

Анализ стадий научных направлений реализовывался методами кластерного анализа. Поскольку кластерный анализ не накладывает ограничения на вид рассматриваемых объектов, то он позволяет анализировать научные данные и выявить паттерные статьи, которые могут помочь спрогнозировать развитие нового научного направления. Для повышения точности анализа использовался ансамбль алгоритмов кластеризации на основе изменяющихся метрик [4]. Разработанные методы позволяют определить фазу жизненного цикла научного направления.

Библиографический список

1. Бочкарёв П.В., Гусева А.И., Киреев В.С., Кузнецов И.А., Филиппов С.А. Модель научного направления на основе интеграции объектно-ориентированного, наукометрического и экспертного подходов// Фундаментальные исследования. – 2015. - № 12, часть 6. – с. 1095-1102
2. Несветаилов Г. А. Жизненный цикл научного направления и интенсификация фундаментальных исследований // Вестн. АН СССР. 1987. № 4. с. 68–74.
3. Резниченко В.А., Проскудина Г.Ю., Овдий О.М. Концептуальная модель научной публикации // Труды 14-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» (RCDL-2012). URL: <http://rcdl.ru/doc/2012/paper5.pdf> (дата обращения: 15.07.2017).
4. Bochkaryov, P.V., Kireev, V.S. Development of ensemble of clustering algorithms based on varying distances metrics // CEUR Workshop Proceedings, 2016. –Vol. 1752, –P. 32-36.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ОНТОЛОГИИ НА
ОСНОВЕ КЛАССОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В НАУЧНЫХ
РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

И.А. Кузнецов

Научный руководитель – Гусева А.И.
д.т.н., проф.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

С увеличением роста научных публикаций приходится затрачивать всё больше времени на поиск необходимого материала среди огромного количества опубликованных работ. Современные информационные технологии уже предлагают частичное решение данной проблемы с помощью использования рекомендательных систем. Под рекомендательной системой понимается вспомогательный функционал информационного портала с архивом научных публикаций, который способен определить предпочтения пользователя и предложить наиболее релевантный контент на основе анализа профиля пользователя и его истории поисковых запросов. В данной работе представлен подход, способствующий повышению качества работы научных рекомендательных систем при формировании информационного предложения пользователю.

При построении рекомендательной системы необходимо выполнить несколько основных этапов, связанных с выделением признаков для построения рекомендаций, подбором необходимых алгоритмов и их параметров, а также провести тестирование полученной модели.

Работа с текстовыми данными подразумевает выделение смысловой составляющей содержания и последующую трансформацию полученной информации в набор признаков. Одним из таких признаков может служить класс научной работы, который отражает специфику работы [1]. Были выделены следующие классы научных публикаций (см. рис.1):

- класс «обзорная» - содержит обобщение существующих фактов и формирует общее представление о предметной области;

- класс «аналитическая» - формируется новая теоретическая база, проводится сравнительный анализ;
- класс «практическая» - содержит результаты практического применение существующих методов.



Рис.1 – Классы научных публикаций

На основе представленного подхода классификации публикаций можно определить классы уже просмотренных пользователем публикаций, тем самым формируя неявный профиль пользователя и его заинтересованность в конкретном классе научных работ. Пользователю также присваивается соответствующая метка с определенным классом на основе его неявного профиля.

Для реализации описанного подхода необходимо составить онтологию для каждого класса. Существует множество способов классификации термина «онтология», а часто это зависит и от области применения. Под этим термином можно понимать некоторое описание взгляда на мир применительно к конкретной области интересов. Это описание состоит из терминов и правил использования этих терминов, ограничивающих их значения в рамках конкретной области [2].

При описании каждого класса будет использоваться свой набор словосочетаний, который наиболее полным образом отражает содержание класса. Выделяя словосочетания из текста необходимо учитывать тот факт, что устойчивые пары слов часто находятся не рядом. Следовательно, необходимо отделять словосочетания с идущими подряд словами, но не являющимися словосочетаниями.

Для этого необходимо выделить все пары слов на заданном расстоянии друг от друга, а затем с помощью методов проверки статистических гипотез оценить, является ли заданная пара слов словосочетанием. В качестве основных инструментов для проверки гипотез можно использовать t -критерий Стьюдента, критерий хи-квадрат, критерий отношения правдоподобия или их комбинации.

Определив перечень словосочетаний необходимо разбить их на соответствующие классы. Для этого выполняется операция кластеризации каждой научной статьи с входящим в нее перечнем словосочетаний. Стоит отметить тот факт, что каждая статья может относиться не только к одному конкретному классу, а может принадлежать сразу нескольким классам. Ре-

зультатом работы алгоритма кластеризации будет являться присвоенная метка класса, к которому она принадлежит. Данная метка будет использоваться в дальнейшем как новый признак при классификации текстовых данных.

Использование описанного подхода позволит сократить заведомо нерелевантный набор статей, повысить качество работы рекомендательной системы и существенно снизить время, которое затрачивает исследователь при поиске научной литературы.

Библиографический список

1. Vasiliy S. Kireev, Igor A. Kuznetsov, Development of algorithms ensemble in case of the solution of the task of statistical classification in recommender systems// International Journal of Applied Engineering Research, 2016. - Volume 11. - Number 9. - pp. 6613-6618
2. Соловьев В.Д., Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В. Онтологии и тезаурусы: учебно-методическое пособие. – Казань: Казанский государственный университет, 2006. – 157 с.

О ВВЕДЕНИИ В РОССИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПЛАТЕЖНОЙ СИСТЕМЫ

Н.А. Листратова

Научный руководитель – Маскина М.С.

к.п.н., доц.

Академии ФСИН России

Платежные системы являются одной из ключевых частей современных монетарных систем. При использовании бумажных и кредитных денег появляется потребность в разработке особых правил их обращения и процедур передачи. Формируется особая система передачи платежной информации. В каждой стране в рамках финансовой системы создается самостоятельная платежная система. Вопрос о разработке и внедрении в широкое использование национальных банковских платежных систем можно считать одним из главных и перспективных шагов в этом направлении. Создание национальной платежной системы связано с тем, что для этого пришло время и появилась реальная потребность в максимальной защите работы банковской системы России от различных вмешательств извне.

Идея создания национальной платежной системы, объединяющей большинство российских банков, банковские карты которой были бы многофункциональными, возникла еще в начале 1990-х годов. Однако воплощение данной идеи затормозилось в связи с тем, что в стране не было разработано для этого нормативной базы.

В 2011 г. наконец-то был принят Федеральный закон «О национальной платежной системе», в котором описывалось, что это такое и какие функции она должна выполнять, и процесс создания российской платежной системы начал претворяться в жизнь. Однако процесс вновь застопорился благодаря вмешательству сил, лоббирующих интересы Visa и MasterCard, которые при создании всероссийской платежной системы потеряли бы миллионы клиентов и миллиарды долларов [1].

Март 2014 года ознаменовался введением против Российской Федерации экономических санкций со стороны ряда стран (в том числе и США) в ответ на присоединение Крыма. В результате чего западные партнеры отключили транзакции по картам Visa и MasterCard некоторых отечественных банков. С целью защиты внутреннего рынка банковских услуг от негативных последствий западных санкций правительство страны приняло решение в июле 2014 года о создании АО «Национальная система платежных карт» (НСПК) [2]. Ее главной задачей стала реализация функций, направленных на создание российского центра обработки операций по банковским картам внутри государства, а также разработка и популяризация в обществе национальных платежных карт.

В результате плодотворной работы НСПК была создана платежная система, первые карты которой планировалось выпустить в декабре 2015 года. Для этого с 8 апреля 2015 года до 28 мая 2015 года был проведен общероссийский конкурс на лучшее название и логотип первой отечественной платежной карты, которую в итоге назвали «Мир».

Платежная карта «Мир» по своему функционалу позволяет совершать весь спектр необходимых банковских операций, правда пока она принимается к обслуживанию только на территории Российской Федерации. Дебетовые карты «Мир» позволяют осуществлять следующие операции:

- получать зарплату, пособия и иные выплаты на карточный счет;
- оплачивать товары и услуги в торговых точках с логотипом «Мир»;
- оплачивать товары в интернет-магазинах;
- снимать наличные деньги в банкоматах и пунктах выдачи наличных, где указан логотип «Мир»;
- совершать денежные переводы на карты платежных систем «Мир», Visa, MasterCard;
- оплачивать коммунальные и иные услуги;
- погашать кредиты в банкоматах и в интернет-банке.

Достоинствами банковской карты «Мир» являются:

- бесплатный выпуск карты;
- низкие тарифы на обслуживание карты;
- безопасность оплаты в off-line и on-line режимах;
- широкая сеть приема карт.

К основным недостаткам можно отнести следующие:

- первое время использование карт будет ограничено пределами России;
- чтобы выйти на мировой уровень, системе, по мнению экспертов, потребуется 5-10 лет;
- инвестиции в создание и дальнейшее развитие российской платежной системы оцениваются не менее чем в 100 миллиард рублей;
- дополнительные расходы для бизнеса, так как владельцам магазинов придется потратиться на терминалы, способные принимать карты «Мир».

На сегодняшний день выпущено более 3 миллионов карт, а количество банков-эмитентов, уже выпускающих карту «Мир», составляет пока только 75 единиц, это лишь 11,5 % от общего количества банков [2]. Так что до полноценного выпуска карт "Мир" всеми банками России еще весьма далеко, однако, 1 мая Президент России подписал закон, согласно которому с 2018 года банки будут использовать только национальные платежные инструменты при операциях по счетам тех, кто получает выплаты из бюджета

или государственных внебюджетных фондов (государственные и муниципальные служащие, студенты и пенсионеры и др.) [3].

Подводя итог, стоит сказать, что в рамках сложившейся политической ситуации, создание национальной платежной системы весьма актуально. Однако ее внедрение должно быть продумано, качественно спланировано с учетом экономических особенностей нашей страны, с опорой на уже существующие примеры Китая и Японии [4].

Библиографический список

1. Национальная платежная система: что нас ждет? [Электронный ресурс] // Статья. URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1448655897>
2. Сайт национальной платежной системы. [Электронный ресурс] // Открытая информация. www.npsk.ru
3. Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс] // URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705010004?index=11&rangeSize=1>
4. Коньякова И.Е., Маскина М.С. О некоторых сферах применения роботов в современном мире // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. С. 19-21.

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТИ БЕСКОНТАКТНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ

О.В. Степанова, А.В. Воробьева
 Научный руководитель – Маскина М.С.
 к.п.н., доц.
Академии ФСИН России

Сегодня в мире существуют разные способы оплаты услуг, новейшим из которых является бесконтактный платеж. Самыми известными бесконтактными системами оплаты в России, являются: MasterCard PayPass, Visa PayWave, Apple Pay, Samsung Pay. Все выше перечисленные системы оплаты работают на технологии связи на малых расстояниях NFC (Near Field Communication). Это высокочастотная, беспроводная связь малого радиуса, предназначенная для бесконтактного обмена информацией, работающая на частоте 13,56 МГц при скорости передачи данных 424 кбит/с на расстоянии до 10 см. В бесконтактные карты MasterCard PayPass и Visa PayWave встроен чип NFC, который позволяет провести операцию оплаты лишь поднеся банковскую карточку к считывающему устройству на близкое расстояние [1]. Это удобно и быстро, так как подтверждение платежа не требуется, если сумма покупки не превышает 1000 рублей.

Пока Apple Pay поддерживает технологию NFC только с системой MasterCard: достаточно сфотографировать или ввести данные карты на iPhone и он уже является платежным средством. Безопасность Apple Pay базируется на 3 составляющих: биометрический сенсор Touch ID, чип NFC и чип Secure Element, который хранит в себе данные о банковских картах, при этом, не передавая и не копируя их. Каждая транзакция получает уникальный код – токен, который передается терминалу, вместо индивидуального номера кар-

ты. Чтобы произвести оплату, ее нужно подтвердить PIN-кодом или Touch ID независимо от суммы покупки. В случае кражи или потери iPhone все платежи можно запретить через программу Find My iPhone [2].

Сервис Samsung Pay обеспечивает работу и по бесконтактной технологии, и связь по магнитной полосе. В смартфон Samsung помимо чипа NFC еще встроен магнитный чип MST (Magnetic Secure Transmission). Смартфоны с Samsung Pay создают магнитное поле, схожее с сигналом магнитной полосы банковской карты и поддерживают обе ведущие платежные системы Visa и MasterCard. Система безопасности имеет так же два принципа: при работе с магнитными терминалами при каждом соединении чип генерирует индивидуальный код – токен, терминал считывает именно его, а не уникальный номер карты. При работе с NFC программа использует потоковое шифрование данных и алгоритм Serpent, который оперативно распознает несанкционированный доступ. Samsung Pay использует безопасную среду Samsung Knox, которая проверяет смартфон на наличие уязвимостей, а при их нахождении автоматически отключает Samsung Pay. В случае кражи или потери смартфона все платежи можно запретить через программу Samsung Find My Mobile.

В теории безопасность бесконтактных платежных технологий весьма убедительна, но в реальности не все так идеально. Первый уровень защиты – физический (для оплаты через NFC, карту или смартфон нужно поднести на расстояние до 10 см к считывающему устройству) удалось обойти исследователями из британского Университета Суррей. Они с помощью компактного сканера продемонстрировали возможность считывать данные через NFC на расстоянии до 80 см, а значит, существует возможность незаметно собирать деньги в местах большого скопления людей [1]. Другим путем пошли испанские хакеры Р. Родригес и Х. Вилла, создавшие концепт вируса для операционной системы Android, который превращает смартфон в ретранслятор NFC-сигнала. При нахождении бесконтактной карты рядом с таким смартфоном, злоумышленнику поступает сигнал о возможности проведения транзакции, создается через Интернет-подключение в телефоне мост между банковской картой жертвы и телефоном хакера, и в ближайшем терминале мошенник может расплатиться своим телефоном, но с чужой карты [2].

Второй уровень защиты – криптографический (бесконтактные транзакции защищены Europay MasterCard Visa стандартом). Если магнитную дорожку можно просто скопировать, то с чипом аналогичная схема не получится. При каждом запросе терминала, микросхема генерирует одноразовый ключ, который можно перехватить, но он уже не подойдет для следующего платежа. Третий уровень защиты – сумма покупки (ограничения на максимальную сумму единовременной транзакции с бесконтактных карт задает банк-эквайер). В России при сумме свыше 1000 рублей терминал просит ввести PIN подтверждение для совершения покупки. Группа британских исследователей Университета Ньюкасла сообщила, что обнаружила в платежной системе Visa нюанс: если запросить платеж в иностранной валюте, то пороговое ограничение не срабатывает [3], хотя представители Visa позднее опровергли эту информацию.

Из вышесказанного следует, что технологии Apple Pay и Samsung Pay более надежны, так как требуют подтверждение PIN-кодом или Touch ID при проведении любой операции, независимо от суммы покупки. Но и

здесь деньги не находятся в полной безопасности, так как существует вирус, который автоматически устанавливает в операционной системе телефона приложения злоумышленников [4]. На сегодняшний день Apple Pay считается более защищенной, так как менее распространена, ибо оплату принимают не во всех учреждениях, а работает она только с Master Card.

Судя по темпам внедрения бесконтактных платежных систем, все эти возможности не слишком пугают банки — очевидно, выгода превышает потери. Точнее, потери при бесконтактном мошенничестве пока незначительны, и банки могут компенсировать их безболезненно для себя.

Библиографический список

1. Технология NFC – связь на близком расстоянии. [Электронный ресурс] // Новостной аналитический портал «Время электроники». URL: <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2187/doc/57689/>
2. М. Лацинская, А. Белякова, Ю. Воронцов. Apple Pay пришла в Россию. [Электронный ресурс] // ГАЗЕТА.RU. URL: https://www.gazeta.ru/tech/2016/10/04/10230395/i_pay_for_apples.shtml#page1
3. В. Бирюков. Деньги из воздуха: безопасны ли бесконтактные платежи? [Электронный ресурс] // Официальный русский блог Лаборатории Касперского. URL: <https://blog.kaspersky.ru/contactless-payments-security>.
4. Коньякова И.Е., Маскина М.С. О некоторых сферах применения роботов в современном мире // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. С. 19-21.

ОРИГИНАЛЬНЫЙ МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ МАСШТАБА ПРЕДПРИЯТИЯ В КОНТЕКСТЕ КОНТРОЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А.С. Вишня

Научный руководитель – Золотухина Е.Б.

к.т.н., доц.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

В докладе приводится общее описание выработанного метода выявления требований к автоматизированным системам (АС) масштаба предприятия. Согласно государственному стандарту (ГОСТ) 34-ой серии [1], под АС понимается система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая технологию выполнения установленных функций. Под АС масштаба предприятия понимается такая АС, которая охватывает несколько бизнес-процессов в рамках одного предприятия.

Базовым, с точки зрения создания АС, документом в отечественной практике является техническое задание (ТЗ) на АС. Согласно профильному стандарту [2], ТЗ на АС является основным документом, определяющим требования и порядок создания (развития или модернизации) АС, в соответствии с которым проводится разработка АС и ее приемка при вводе в

действие. За рубежом при создании АС принято руководствоваться стандартом ISO/IEC/IEEE [3].

ТЗ на АС, как правило, предшествует ряд работ концептуального характера, работ по обследованию объектов автоматизации, интервьюированию заинтересованных лиц, изучению нормативно-технической документации и т.п. Кроме того, ТЗ на АС является основой для дальнейшего проектирования АС и порождения ряда других так называемых «артефактов» в рамках выполнения этапов эскизного и технического проектирования, непосредственно разработки программного обеспечения (ПО) и т.д. Все это обуславливает необходимость применения соответствующих рационализированных методик и практик, призванных максимально эффективно организовать процесс создания АС коллективом разработки, в том числе под-процесс выявления требований.

Под требованием, согласно стандарту [4], понимаются условия или возможности, которыми должна обладать система, системные компоненты, продукт или сервис чтобы выполнить контракт или удовлетворять стандартам, спецификациям или другим формальным документам.

В литературе принято разделять требования на два типа, а именно: функциональные и нефункциональные требования. Описываемый метод фокусируется непосредственно на функциональных требованиях.

Базовыми этапами выявления требований, согласно предлагаемому методу, являются: моделирование бизнес-процессов (БП); определение шагов БП, подлежащих автоматизации; определение функциональных бизнес-требований на основании БП; сопоставление бизнес- и функциональных требований; сопоставление функциональных требований и функций; построение модели функций.

Пошаговая реализация этапов, перечисленных выше, предполагает следующее: каждому БП ставится в соответствие подсистема; каждому макрошагу БП ставится в соответствие модуль; каждому автоматизируемому шагу диаграммы декомпозиции БП ставится в соответствие функциональное требование; на основании функциональных требований строится матрица трассировки к функциям и типовым проектным решениям.

Применяя аппарат трассировок, с использованием предложенного метода реализуется возможность пошаговой «трансформации» предметной области в «образ» системы (см. рисунок 1).

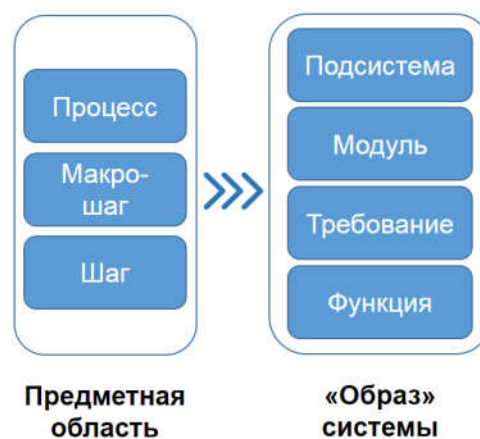


Рис.1 - Визуализация аппарата трассировок

Так, апробация выработанных методических основ выявления требований АС в контексте автоматизации процедур контроля изготовлений медицинских изделий, позволила выявить следующие подсистемы на основании первоначально сформированных моделей БП: подсистема управления технологическими картами; подсистема управления оборудованием; подсистема мониторинга и обработки событий ручных сканеров; подсистема обеспечения безопасности; подсистема управления нормативно-справочной информацией; подсистема формирования отчетности по контролю.

Каждая из подсистем, перечисленных выше, была декомпозирована на ряд частных модулей, каждый из которых реализует заданный набор требований, определенных, прежде всего, исходной моделью БП.

Практика эксплуатации предложенного метода показала, что он обеспечивает возможность существенного сокращения процента ошибок при формировании требований, а также в целом обеспечивает рационализацию процесса создания АС за счет должного структурирования порождаемых «артефактов» и возможности отслеживания зависимости между ними на всем жизненном цикле разработки.

Библиографический список

1. ГОСТ 34.003-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения.
2. ГОСТ 34.602-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
3. 29148-2011 - ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering -- Life cycle processes -- Requirements engineering.
4. ISO/IEC/IEEE 24765:2010 Systems and software engineering — Vocabulary.

МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ РИСКОВ В ПРОЕКТАХ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

А.В. Лебедева

Научный руководитель – Гусева А.И.

д.т.н., проф.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

В рамках данного исследования рассматривается актуальная задача идентификации и оценки рисков на ранних этапах проектов по разработке программного обеспечения (ПО) для оперативного реагирования руководства проектом на изменяющиеся условия в процессе разработки информационных систем (ИС).

Управление рисками в разработке ПО связано с необходимостью устранения различных угроз, которым может быть подвержено создаваемое ПО из-за некоторых незначительных или неочевидных ошибок в проекте или процессе разработки. Фактически, все этапы жизненного цикла разработки программного обеспечения (Software development lifecycle (SDLC)) являются

потенциальными источниками рисков, поскольку включают в себя аппаратные средства, ПО, технологии, людей, стоимость и календарное планирование. Один из важных этапов управления рисками в разработке ПО – идентификация рисков.

Идентификация рисков - это первый шаг в оценке риска, который определяет все различные риски для конкретного проекта. Эти риски зависят от проекта, и их идентификация - это фундамент для последующего прогнозирования рисков. Цель оценки риска - определить приоритеты рисков, чтобы внимание и ресурсы могли быть сосредоточены на более рискованных позициях.

В общем виде процесс идентификации рисков в предлагаемой методике выглядит так, как представлено на рисунке ниже (см. рисунок 1).

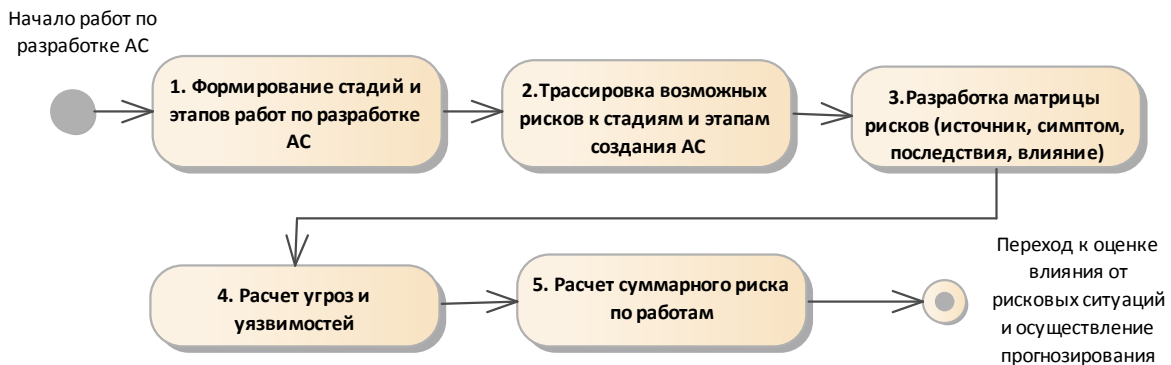


Рис. 1 - Основные этапы процесса идентификации рисков

В разработанной методике в качестве отправной точки для идентификации рисков используется ГОСТ 34.601-90 [1], в котором выделены стадии и этапы создания автоматизированных систем (АС). На каждом из этапов создания АС могут возникать различные риски, которые могут влиять на стоимость, сроки реализации и качество проектов по разработке ПО. В рамках данного исследования была произведена трассировка возможных проектных рисков на стадии и этапы создания АС. Также для каждого риска была описана матрица в разрезе источника, симптома, последствия и влияния.

На следующем этапе следует осуществить расчет угроз (воздействие на ресурс, из-за которого могут возникнуть негативные последствия на проекте) и уязвимостей (недостаток ресурса, используя который, возможно реализовать угрозы) рисков. Расчет угроз и уязвимостей осуществляется в 5 этапов:

1. Расчет уровня угрозы по уязвимости на основе критичности и вероятности реализации угрозы через данную уязвимость.

2. Расчет уровня угрозы по всем уязвимостям, через которые возможна реализация данной угрозы на ресурсе. Суммируются полученные уровни угроз через конкретные уязвимости.

3. Расчет общего уровня угроз по ресурсу (учитывая все угрозы, действующие на ресурс).

4. Расчет риска по работам от нескольких ресурсов.

5. Расчет суммарного риска по работам от нескольких работ.

В общем виде модель объектов методики оценки рисков представлена на рисунке ниже (см. рисунок 2).

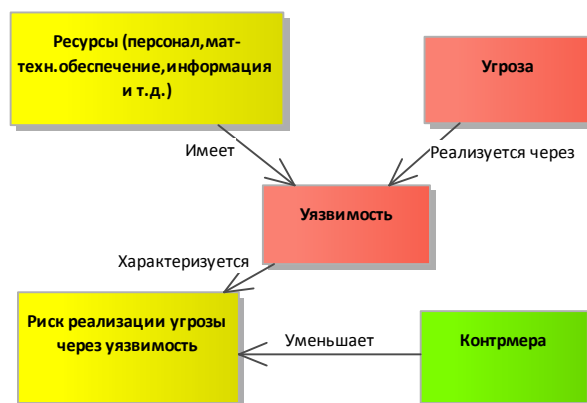


Рис. 2 - Модель объектов методики оценки рисков

Как и в случае любых проектов, в проектах по разработке ПО имеется ряд рисков. Способность правильно идентифицировать их, оценивать вероятность наступления, возможные последствия и размеры ущерба имеет решающее значение и такие задачи должны решаться каждым менеджером проекта своевременно и эффективно. Методы оценки рисков имеют ряд особенностей, которые ограничивают область применения того или иного подхода к различным проектам. В дальнейшем предполагается разработка методики прогнозирования рисков и проведение апробации методик на реальных проектных данных с последующей обработкой, визуализацией и интерпретацией результатов.

Библиографический список

1. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
2. Астахов А. М. Искусство управления информационными рисками – М.:ДМК Пресс, 2010. 321 с.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ DATA-ЖУРНАЛИСТИКИ

И.В. Красникова

Научный руководитель – Золотухина Е.Б.

к.т.н., доц.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

В докладе рассматривается понятие «журналистики данных» или «data driven journalism». История становления понятия растянулась с 1821 года, и отправной точкой считается исследование, проведенное британской газетой The Guardian, о стоимости высшего образования в различных ВУЗах в Британии. Появление журналистики данных в ее современном и привычном понятии связывают так же с 1952 годом, когда в работе журналиста впервые использовался компьютер. Однако сам термин и данное направление было сформулировано только к 2010 году на международной конференции в Амстердаме.

На данный момент существует множество определений термина журналистика данных, и в большей степени он используется именно в разрезе журналистских расследований. Под журналистикой данных понимается работа журналиста, основанная на сборе и анализе сравнительно больших объемов информации. Однако данный термин намного глубже, чем кажется на первый взгляд. Это понятие объединяет в себе такие области знаний как журналистика, аналитика, статистика и программирование. В качестве наглядного примера можно привести datablog газеты The Guardian в Великобритании. Это блог, который можно назвать также отдельной редакторской колонкой, где опубликовано более 1000 постов на тему открытых данных, визуализации существующей информации, графики и списки, сделанные редакцией, и многое другое [1].

Если рассматривать журналистику данных как процесс, то основные этапы будут выглядеть следующим образом (см. рисунок 1).

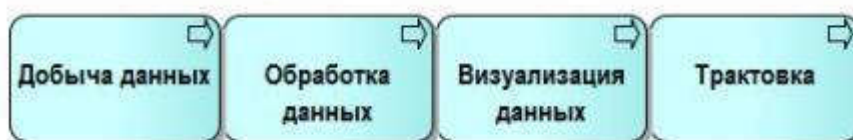


Рис. 1 - Основные этапы процесса дата журналистики

Исходя из данной схемы, можно сказать, что сам по себе процесс прост и интуитивно понятен. Однако учитывая, что журналистика данных подразумевает работу с большими данными, которые имеют свою специфику, сам процесс требует декомпозиции этапов «Добыча данных» и «Обработка данных» на более детальные шаги. Визуализация данных также играет немаловажную роль в данном контексте, так как журналистика подразумевает публикацию результатов исследования, а значит инфографика – это то, что непосредственно будет представлено для интерпретации и трактовки. Также именно этап визуализации данных подразумевает использование специализированного программного обеспечения, которое позволяет сделать представление данных более целостным, понятным и, что немаловажно, более эстетичным.

Криминальная статистика, государственные расходы, экономика и торговля, медицина и здравоохранение, демография и транспорт – далеко не полный список областей знаний, представляющих интересную для аналитика информацию. Исходя из обширных сфер знаний, в которых актуально применение методов журналистики данных, можно сделать предположение о возможности ее применения в таких областях, как управление в социально-экономических системах. Большие данные, методы data-mining и BI-системы широко используются уже более двух десятков лет при принятии управленческих решений. В отличие от data-mining, где визуализация следует после аналитики, журналистика данных подразумевает аналитику на основании сухих данных представленных в виде инфографики. Однако встает вопрос о возможности и полезности использования журналистики данных при принятии решения в социально-экономических системах.

Социально-экономическая система — это целостная совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих социальных и экономических институ-

тов (субъектов) и отношений по поводу распределения и потребления материальных и нематериальных ресурсов, производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг [2]. А значит принятие стратегических управленческих решений высоко ценно в данной сфере. Также за последние десятилетия накопилось большое количество цифровых данных из различных источников, которые можно использовать для визуализации, а затем для аналитики и трактовки для принятия решений.

В дальнейшем предполагается разработка методик для каждого этапа процесса журналистики данных и проведение апробации методик на данных из открытых источников в области социально-экономических систем с последующей обработкой, визуализацией и интерпретацией результатов.

Библиографический список

1. Официальный сайт газеты Guardian [электронный ресурс] режим доступа интернет: <https://www.theguardian.com/data/all>
2. Юрьева Т.В. Социальная экономика Учеб. для студ. вузов, обучающихся по эконом, спец. — М.: Дрофа, 2001.

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ТАДЖИКСКОГО ЯЗЫКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ СЛОВ

Н.Ш. Мадибрагимов

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В статье приводится обзор лингвистических особенностей таджикского языка на основе работ [1-4], которых необходимо учесть в разработке формальной модели формообразования слов таджикского языка в информационных системах автоматической обработки текстов.

Таджикский язык – язык флективно-аналитического типа относится к индоевропейскому семейству, иранской группе. Аналитизм отмечается как в имени существительном, так и в глаголе, где наряду со старыми флективными формами много новых аналитических. Для таджикского языка характерен ряд лексических, морфологических и синтаксических особенностей.

Морфологическая система древнеиранского языка претерпела значительные преобразования в таджикском языке. Существительные в таджикском языке не склоняются по падежам. Падежные отношения выражаются синтаксически: порядком слов в предложении, согласованием, изафетной конструкцией, сочетанием с предлогами и послелогами. Одним из основных средств связи слов служит изафет - особый безударный показатель.

Отсутствуют категории грамматического рода или определенных артиклей, но при этом есть изменения по лицам и числам, по умолчанию все слова обозначают лиц мужского пола. Если требуется показать принадлежность к женскому роду, говорят «зан» или «духтар» (девушка или женщина).

Однако в таджикском существует своего рода неопределенный артикль *як* (один) и *-е*; первый употребляется перед существительным, а второй присоединяется к нему как суффикс. Прямое дополнение передается при помощи послелога *-ро*, например: *Рустамро дидам* (Я увидел Рустама). Для имен существительных особенно характерно наличие одного признака в единственном числе и двух – во множественном. Множественное число существительных образуется при помощи суффиксов *-ҳо* или *-он*.

Морфологические особенности арабских слов сохраняются в официальном письме, поэтому таджикский язык демонстрирует «раздробленное» образование форм множественного числа, то есть возможное наличие у одного слова двух различных форм множественного числа.

Глаголы не имеют ни рода, ни явно выраженного вида. Чтобы прояснить эти категории, говорящие меняют порядок слов в предложениях, используют предлоги, послелоги, *изафет*, глаголы-связки.

Простые глаголы имеют две основы: прошедшего и настоящего времени. Например: *хондан* (читать) – *хонд* (прошедшее время), *хон* (настоящее время). Некоторые из них супплетивны, то есть выглядят и звучат по-разному (как неправильные глаголы в английском языке). Например: *дидан* (видеть) – *дид* (прошедшее время), *бин* (настоящее время).

Все глаголы имеют совершенный и несовершенный вид, что достигается путем префиксации. Глаголы как совершенного, так и несовершенного вида встречаются в трех грамматических временах: настоящем, прошедшем и предположительном прошедшем. В языке имеется аорист (тип прошедшего времени), а также четыре наклонения: изъявительное, сослагательное, повелительное и предположительное. Имеется также особое аудитивное (неочевидное) наклонение.

Существуют два залога: активный и пассивный. Пассивный залог образуется с помощью вспомогательного глагола *шудан* (становиться) и деепричастия прошедшего времени основного глагола. Глаголы согласуются с подлежащим в лице и числе. Сложные глаголы обычно представляют собой сочетание существительного (именной части) и глагола.

Порядок слов в таджикском языке следующий:

подлежащее – дополнение – сказуемое.

Определение в *изафетном* сочетании следует после определяемого слова.

Прилагательные могут выступать как обстоятельство или дополнение — они проясняют точное значение существительных и глаголов. Поэтому одно и то же прилагательное может переводиться на русский язык по-разному. Например, «*нав*» — «новый» или «только что», «*нағз*» — «хороший» или «хорошо».

Литературный таджикский язык значительно отличается от языка, используемого в повседневном общении. Таджики не говорят так, как пишут, и в устной форме не пользуются литературным языком. Одним из морфологических различий является так называемая разговорная форма *изафета*, когда определение ставится впереди (а не после) определяемого, причём первое принимает окончание *-а* (*-я*), а второе – местоименную энклитику (притяжательный суффикс) *-аш* (*-яш*).

В настоящее время ведется работа по выявлению классификаций изменения слов и принципов словообразования в таджикском языке для их описания с помощью метода и генерации и определения форм слов [5].

Библиографический список

1. Арзуманов С.Д., Сангинов А. Таджикский язык. – Душанбе.: Маориф, 1988.
2. Ефремова Т. Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный. – М.: Русский язык, 2000.
3. Махадов М. Самоучитель таджикского языка. – Душанбе.: Маориф, 1993.
4. Ниязмухаммадов Б., Бузург-зода Л., Морфология таджикского языка. На таджикском языке. – Сталинабад.: Таджикгосиздат, 1941.
5. Пруцков А.В. Определение и генерация сложных форм слов естественных языков при морфологическом анализе и синтезе // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. – 2006. – № 15 (70). – С. 10-14.

ИССЛЕДОВАНИЕ АСПЕКТОВ КООПЕРАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Н.Р. Балабанов

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются аспекты кооперации с применением имитационной модели. При этом в игре участвуют четыре команды, каждая из которых реализует свою стратегию в борьбе за выживание и первенство. Три команды сотрудничают друг с другом, но применяют разные варианты кооперации: вариант с уклоном на создание "рабочих" - индивидов, создающих ресурсы; вариант с уклоном на создание "воинов" - индивидов, имеющих преимущество в сражении с другими индивидами; вариант уклоном на создание «индивидов-гибридов», способных быстрее адаптироваться к роли "рабочего" или "воина". Четвертая команда не участвует в кооперации вообще. Стоит отметить, что адаптироваться к разным ролям могут индивиды всех команд, кроме четвёртой.

Индивиды из команды могут сражаться между собой и/или добывать ресурсы для своей команды. Выбор текущего действия индивида определяется тем, что он делал до этого: если индивид сражался, то будет тренировать навыки воина, если индивид работал, то будет совершенствоваться в труде.

В алгоритмах перемещения и боя используется генератор псевдослучайных чисел. Недостаток псевдослучайности генератора устраняется путём увеличения числа генераций чисел и числа мест, где генератор используется. Все взаимодействия происходят на поле размером 50 на 50 квадратных ячеек, что обеспечивает достаточный простор для действий команд и отдельных индивидов.

Кооперация индивидов рассматривается как случай разделение труда: если индивиды находятся в относительной безопасности, они начинают производить ресурсы, хоть и становятся более уязвимыми для нападений со стороны других команд. В данной работе будут рассмотрены разные "уклоны" кооперации и разные экономические модели кооперации [1].

За основу были взяты игры с обязательными соглашениями, однако был исключён арбитр, который бы делил выигрыш.

Сражение между командами происходит при их непосредственном соприкосновении. Когда команды разрастаются и переходят в открытую конфронтацию, появляется линия "фронта" - прослойка индивидов разных команд, которые начинают специализироваться в сторону военного дела. За этой прослойкой, то есть в безопасности, индивиды переходят в режим добычи ресурсов. Как правило, такая тактика приводит к выигрышу - индивиды в "тылу" производят ресурсы, а индивиды на линии "фронта", по мере их гибели, восполняются за счёт ресурсов.

Однако, если "воины" противоборствующей команды прорываются в тыл, то происходит крах экономики команды. Сначала "воины" начинают убивать индивидов, производящих ресурсы. Потом выжившие индивиды прекращают производство ресурсов, переходя в режим сражения. Производство ресурсов сокращается ещё сильнее и команда начинает проигрывать.

В данной работе рассматриваются разные стратегии кооперации и разные экономические модели кооперации.

Цель работы – исследовать закономерности, присущие разным стратегиям, результаты развития стратегий и условия, при выполнении которых, гарантируется победа команды.

Стоит отметить, что при равных условиях всегда доминирует лишь одна команда, поэтому будут рассмотрены условия, при которых может победить каждая команда, а также и причины побед, например, взрывной рост популяции или же планомерный захват территорий.

Библиографический список

1. Смагин Б.И. Кооперативные игры: учебно-методическое пособие для студентов экономических специальностей. Мичуринск: Изд. МичГАУ, 2008. 28 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИСХОДОВ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

А.К. Сидоров

Научный руководитель – Демидова Л.А.,

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Цифровые технологии, которые предоставляют автоматизированные способы обрабатывать информацию, становятся все более и более востребованными. Так как появились большое количество накопленной информации, стали появляться методы автоматической обработки собранных данных. Стекло технологий, который позволяет анализировать различные дан-

ные, называется Data Mining (интеллектуальный анализ данных). Он тесно перекликается с машинным обучением.

Машинное обучение – набор подходов и инструментов, которые позволяют не описывать детерминированный алгоритм компьютеру для решения каких-либо задач. Задачи решаются на основе данных, которые называются обучающей выборкой. И эти подходы широко используются в интеллектуальном анализе [1].

Машинное обучение подразумевает использование алгоритмов машинного обучения. Существует группа алгоритмов, которая основывается на методе градиентного спуска.

Градиентный спуск – это метод нахождения локального экстремума функции при помощи движения вдоль её градиента. Градиент функции f от x_1, \dots, x_m переменных имеет следующий вид:

$$\nabla f = \frac{\partial f}{\partial x_1} \vec{e}_{x_1} + \frac{\partial f}{\partial x_2} \vec{e}_{x_2} + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_m} \vec{e}_{x_m} = \sum_{i=1}^m \frac{\partial f}{\partial x_i} \vec{e}_{x_i},$$

где \vec{e}_{x_j} – единичный вектор, соответствующий переменной x_j . Он показывает, в каком направлении нужно двигаться вдоль функции, чтобы достичь её локального максимума [2].

Данный подход используется на моделях, имеющих математический вид линейного уравнения (регрессионный анализ, нейронные сети). С помощью него можно найти коэффициенты при переменных уравнения по следующей формуле

$$b_i = b_i - \alpha \frac{\partial E}{\partial b_i},$$

где b_i – коэффициент при независимой переменной x_i , α – шаг, $\frac{\partial E}{\partial b_i}$ – частная производная функции потерь для b_i коэффициента:

$$\frac{\partial E}{\partial b_i} = \frac{\partial}{\partial x} \left(y - \sum_{j=1}^m b_j x_j \right)^2 = -2 \left(y - \sum_{j=1}^m b_j x_j \right) x_i.$$

При реализации был выбран метод пакетного градиентного спуска. Так же, в ходе анализа, был выбран инструментарий, основанный на регрессионном анализе. Кроме того, было принято решение об использовании технологии сэмпинга данных для улучшения качества прогнозирования [2, 3].

Для решения поставленных в данной работе задач была выбрана платформа .NET и язык программирования C#. Дальнейшая доработка программы может заключаться в программной реализации других алгоритмов анализа данных, основанных не только на регрессии, но и на классификации [2, 4, 5].

Библиографический список

1. Вьюгин В.В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования. М.: 2013. 387с.
2. Паклин Н., Орешков В. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. СПб: Питер. 2013. 704 с.

3. Douglas C. Montgomery, Elizabeth A. Peck, G. Geoffrey Vining Introduction to Linear Regression Analysis, 5th edition. Canada: 2012. 642 с.

4. Demidova L., Sokolova Yu. Modification of Particle Swarm Algorithm for the Problem of the SVM Classifier Development // В сборнике: 2015 International Conference "Stability and Control Processes" in Memory of V.I. Zubov (SCP) 2015. С. 623-627.

5. Демидова Л.А., Соколова Ю.С. Использование SVM-алгоритма для уточнения решения задачи классификации объектов с применением алгоритмов кластеризации // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 51. С. 103-113.

ОБЗОР ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ В ДАННЫХ

О.С. Яровова

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Задача обнаружения аномалий в данных относится к задачам поиска непредвиденных значений (паттернов) в потоках данных. Аномалия (выброс, ошибка, отклонение или исключение) – это отклонение поведения системы от стандартного (ожидаемого) [1].

Задача обнаружения аномалий в данных заключается в поиске и обработке отклонений, возникающих в потоках данных при осуществлении тех или иных процессов. Выявление аномалий позволяет повысить качество таких процессов, а также предотвратить нежелательные ситуации и сбои в работе систем.

Выделяют три основных типа аномалий в данных:

- точечные (если отдельный экземпляр данных может рассматриваться как аномальный в сравнении с другими);
- контекстуальные (если экземпляр данных аномален лишь в определенной ситуации (контексте));
- коллективные (если последовательность экземпляров данных является аномальной по отношению к определенному набору данных).

В настоящее время особое распространение получают иммунные системы поиска аномалий, основанные на использовании способности иммунной системы животных отличать собственные клетки от практически любых чужеродных клеток и молекул [2].

Общие принципы этих систем основаны на конкретных иммунологических теориях, которые объясняют поведение и функции иммунной системы млекопитающих. Выделяют следующие иммунные алгоритмы.

1. Клональный алгоритм отбора, относящийся к классу алгоритмов, использующих принципы клоновой селекции и теорию приобретенного иммунитета, который объясняет, как В и Т-лимфоциты улучшают реакцию на антигены.

2. Негативный алгоритм отбора, относящийся к классу алгоритмов, реализующих процессы положительной и отрицательной селекции, которые происходят во время созревания Т-лимфоцитов в вилочковой железе. Не-

гативный отбор реализует идентификацию и удаление негативно реагирующих клеток.

3. Иммунный сетевой алгоритм, относящийся к классу алгоритмов, которые используют теорию идеотипичных сетей. Этот алгоритм, предложенный Нильсом Кай Джерни, описывает регуляцию иммунной системы с помощью идеотипичных антител (антител, которые выбирают для других антител).

4. Дендритный алгоритм, относящийся к классу алгоритмов, основанных на абстрактной модели дендритной клетки [3].

Клональный алгоритм отбора активно используется при решении широкого круга задач оптимизации, в том числе при разработке моделей прогнозирования временных рядов [4, 5].

Негативный алгоритм отбора хорошо зарекомендовал себя при решении поиска аномалий в данных. Этот алгоритм состоит из следующих шагов [2].

1. Определяется *свой* как нормальный паттерн активности или устойчивого поведения контролируемой системы или процесса. В частности, база данных, описывающая нормальную динамику процессов, представляется как множество из S строк равной длины l , составленных из букв конечного алфавита.

2. Создается набор *детекторов* R , ни один из которых не совпадает с какой-либо из строк множества S . Используется правило частичного соответствия, согласно которому две строки совпадают тогда и только тогда, когда они идентичны в r смежных позициях, где величина r выбирается в зависимости от решаемой задачи.

3. Данные контролируются путем непрерывного сопоставления детекторов с новыми поступлениями в S . Обнаружение совпадения с детектором рассматривается как изменение (или отклонение) в поведении контролируемой системы.

Таким образом осуществляется поиск и идентификация аномальных данных.

Библиографический список

1. Обзор методов обнаружения аномалий в потоках данных / В.П. Шкодырев, К.И. Ягафаров, В.А. Баштовенко, Е.Э. Ильина // Second Conference on Software Engineering and Information Management (SEIM-2017) Saint Petersburg, April 21, 2017. С. 50-55.

2. Искусственные иммунные системы и их применение / Под ред. Д. Дасгупты. Пер. с англ. под ред А.А. Романюхи. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 344 с.

3. Искусственные иммунные системы: обзор и современное состояние / Н.В. Кушнир, А.К. Кушнир, Е.В. Анацкая, П.А. Катышева, К.Г. Устинов // Научные труды КубГТУ. №12. 2015.

4. Демидова Л.А. Модели прогнозирования временных рядов с короткой актуальной частью на основе модифицированного алгоритма клонального отбора // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2012. № 39-2. С. 64-71.

5. Астахова Н.Н., Демидова Л.А. Использование почти полных строго бинарных деревьев и модифицированного алгоритма клонального отбора при разработке моделей прогнозирования временных рядов с короткой акту-

альной частью // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 4-2 (46). С. 89-96.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕСБАЛАНСИРОВАННОСТИ ДАННЫХ В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ADABOOST

П.О. Усачёв

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Задача классификации заключается в разбиении множества объектов на классы (категории) по определенному критерию. Примерами задач классификации могут служить: распознавание текста, распознавание речи, идентификация личности [1 – 3]. Для решения данной задачи можно использовать методы, связанные с обучением классификаторов. Классификатором называется некая сущность, выносящая решение, какому именно классу принадлежит объект по вектору признаков.

Довольно часто возникают случаи, когда в обучающей выборке доля примеров некоторого класса слишком мала. Такие тенденции хорошо заметны в медицине, в маркетинге. Построенный на такой выборке классификатор может оказаться неэффективным. Одним из подходов для решения указанной проблемы является применение различных технологий сэмплинга.

Алгоритм удаления объектов мажоритарного класса, основанный на правиле сосредоточенного ближайшего соседа является частным случаем алгоритма k ближайших соседей.

Пусть L – исходный набор данных. Из него выбираются все миноритарные объекты. Обозначим это множество как S . Все объекты из L классифицируются по правилу одного ближайшего соседа (1-NN). Записи, получившие ошибочную метку, добавляются в множество S . Таким образом, мы будем учить классификатор находить отличие между похожими примерами, но принадлежащими к разным классам [5].

Метод адаптивного бустинга (Adaptive Boosting, AdaBoost) – алгоритм машинного обучения, предложенный Йоавом Фройндом (Yoav Freund) и Робертом Шапиром (Robert Schapire). В процессе обучения строит композицию из базовых алгоритмов обучения для улучшения их эффективности. AdaBoost является алгоритмом адаптивного бустинга в том смысле, что каждый следующий классификатор строится по объектам, которые плохо классифицируются предыдущими классификаторами.

AdaBoost вызывает слабый классификатор в цикле. После каждого вызова обновляется распределение весов, которые отвечают важности каждого из объектов обучающего множества для классификации. На каждой итерации веса каждого неверно классифицированного объекта возрастают. Таким образом, новый классификатор «фокусирует своё внимание» на этих объектах [4].

Разработка программного продукта была выполнена на языке C#. Тестирование программного продукта, выполненное на наборах данных из репозитория данных машинного обучения подтвердило его эффективность. В дальнейших исследованиях предполагается выполнить гибридизацию тех-

нологий сэмплинга с целью обеспечения возможности получения большей репрезентативности обучающего набора данных и решения проблемы несбалансированности классов вблизи границы классов.

Библиографический список

1. Мерков А. Б. О статистическом обучении. М.: 2006. 85 с.
2. Демидова Л.А., Тишкин Р.В., Юдаков А.А. Разработка ансамбля алгоритмов кластеризации на основе матриц подобия меток кластеров и алгоритма спектральной факторизации // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 4-1 (46). С. 9-17.
3. Demidova L.A., Sokolova Yu.S., Nikulchev E.V. Use of Fuzzy Clustering Algorithms Ensemble for SVM Classifier Development // International Review on Modelling and Simulations. 2015. Т. 8. № 4. С. 446-457.
4. Freund Y., E.Schapire R. A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting Journal of Computer and System Sciences, no. 55. 1997.
5. <https://basegroup.ru/community/articles/imbalance-datasets>. Дата просмотра 10.09.2017.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ ДЛЯ ИНОСТРАННОЙ РАБОЧЕЙ СИЛЫ

Н.А. Подгорнова, к.э.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Важным условием устойчивого развития региона как сложной социально-экономической системы является кадровое обеспечение региональной экономики.

Трудовая миграция как процесс перемещения рабочей силы из одной страны в другую является следствием сложного социально-экономического положения региона, отражает степень привлекательности региона с точки зрения осуществления трудовой деятельности, свидетельствует об уровне качества трудовой жизни.

Кластерный анализ можно определить как многомерную статистическую процедуру, выполняющую сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и упорядочивающую объекты в относительно однородные группы – кластеры. Таким образом, кластер представляет собой группу элементов со сходными свойствами, параметрами, характеристиками, схожими объектами в выборке.

Единицы совокупности в кластерном анализе представляются точками в m -мерном пространстве признаков.

Евклидово расстояние между объектами рассчитывается по формуле

$D_{ij} = \sqrt{\sum_i (x_{ij} - x_{il})^2}$, где i – номер признака; j и l – номера классов. Признаки в этом случае делятся на среднеквадратичные отклонения σ , также можно учитывать вес признака w , тогда формула для расчета евклидова расстояния примет вид $D_{ijl} = \sqrt{\sum_i \left(\frac{x_{ij} - x_{il}}{\sigma_i}\right)^2 w_i^2}$. Алгоритм кластерного анализа

работает следующим образом: рассчитывается матрица евклидова расстояния и выбирается минимальное расстояние. Объекты с минимальными расстояниями объединяются в один класс, которому присваивается номер – наименьший номер соответствующего объекта. Координаты нового объекта рассчитываются как центр тяжести объединяемых объектов. Процесс продолжается до тех пор, пока не останется один класс. После этого строится дендрограмма, по оси ординат откладывается расстояние между объектами, по оси абсцисс – номера кластеров.

В целях выявления наиболее привлекательных регионов для иностранной рабочей силы проведем типологизацию регионов РФ. Критериями для типологизации регионов могут служить оценки потенциальной интенсивности притока зарубежных трудовых мигрантов в экономику региона, взятые во взаимосвязи с демографическими показателями, показателями развития экономики и социальной сферы.

Показатели объединены в группы: демографические, экономические, социальной напряженности, уровня жизни, инфраструктуры.

В целях оценки потенциальной интенсивности притока трудовых мигрантов с помощью кластерного анализа на основе сформированных показателей была осуществлена типологизация регионов (рис. 1). Построение дендрограммы осуществляется с помощью применения программного комплекса STATISTICA. STATISTICA предлагает несколько методов кластерного анализа.

Выделены три типа регионов, которые обозначены как регионы с высоким, средним и низким потенциалом миграционной нагрузки.

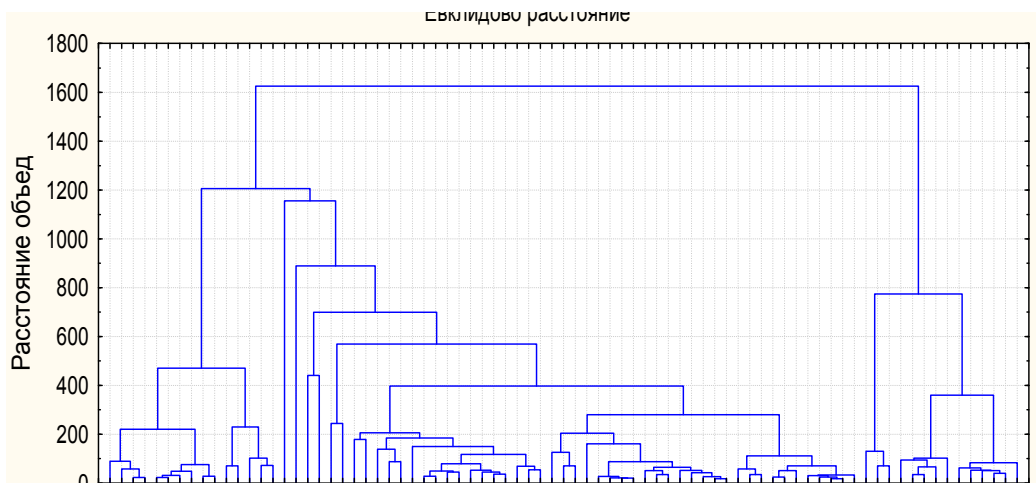


Рис. 1 – Дендрограмма субъектов РФ по миграционной привлекательности

Первый тип регионов с низким потенциалом миграционной нагрузки образовали 16 субъектов РФ – 20% от их общего числа. Ко второму типу регионов с высоким потенциалом миграционной нагрузки относятся 14 субъектов, в том числе г. Москва и г. Санкт-Петербург, что составляет 15,7% общего числа субъектов РФ. 10 из 14 регионов данного типа представляют собой субъекты РФ с максимальной долей иностранных работников в общей численности работников региона. К третьему типу регионов со средним потенциалом миграционной нагрузки отнесена большая часть регионов (50 ед., или 62,5% общего числа регионов). К

этой группе относится и Рязанская область. Группы распределились в зависимости от уровня социальной напряженности, процентного составляющего активного населения страны, показателей экономического развития, уровня жизни населения, уровня потенциала миграционной нагрузки [1].

Представленная типологизация доказывает, что в силу разнообразия условий и миграционной привлекательности российской миграционной политике необходим региональный разрез. Что позволит придать большей самостоятельности регионам в реализации моделей привлечения иностранной рабочей силы и позволит оптимизировать участие иностранной рабочей силы в экономическом развитии России.

Библиографический список

1. Подгорнова Н.А., Суковатова О.П., Чернобродова Л.А. / Н.А. Подгорнова, О.П. Суковатова, Л.А. Чернобродова // Роль трудовой миграции в управлении экономикой региона Наука и бизнес: пути развития. 2015, № 6. С. 92-98.

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ПРОВЕРКИ СОВПАДЕНИЯ ТЕКСТОВ ПРОГРАММ

Н.Н. Степанов

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

На текущий момент сфера информационных технологий быстро развивается. Миллионы программистов разрабатывают миллионы приложений. Однако в разработанных программах встречаются незаконные заимствования. В высших учебных заведениях на технических направлениях изучаются языки программирования. Для проверки знаний и отработки навыков, практики, студенты выполняют лабораторные работы. Нередко можно встретить похожие программы. Для контроля выполнения работ необходимо разработать автоматизированную систему проверки программ на совпадение.

Ручная проверка занимает много времени: в проекте может быть несколько файлов, они могут быть разбиты на несколько. В итоге получается довольно трудоемкий и длительный процесс, так как таких работ достаточно большое количество.

Целью данной работы является разработка программной системы поиска совпадений текстов программ, которая должна иметь следующий функционал:

- использовать набор проектов в качестве исходных данных;
- провести посимвольную проверку совпадения;
- провести логический анализ работ;
- иметь графический интерфейс;
- выдать результат в удобной форме.

Программная система будет принимать набор проектов в качестве исходных данных. Далее будет производиться полная посимвольная проверка на

совпадение. Если данный способ не выявил похожие работы, то на основе каждого проекта будет строиться граф для построения и проверки логики работы программ. Далее графы будут проверяться на совпадение. Существует большое количество алгоритмов для решения задачи. В результате будет получен ответ: на сколько процентов один проект совпадает с другим. На основе данной величины экспертом (или преподавателем) делается вывод об уникальности работы.

Данная программная система будет внедрена в дисциплину «Программирование на Java» [1]. Она поможет преподавателю проверять работы студентов. В дальнейшем возможно расширение функционала данной системы для использования в разных дисциплинах. Программная система будет разработана на языке Java [2] в рамках выпускной квалификационной работы.

Библиографический список

1. Пруцков А.В. Особенности преподавания промышленной разработки программных продуктов в технических вузах // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2017: материалы 2-й Междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф. / под общ. ред. О.В. Миловзорова / Рязан. гос. радиотехн. ун-т. – Рязань, 2017. – С. 40-41.

2. Блинов И.Н., Романчик В.С. Java. Методы программирования: учеб.-метод. пособ. – Минск: Изд-во «Четыре четверти», 2013. – 896 с.

ЭКСПЕРТНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ В ОРГАНИЗАЦИЯХ

О.А. Жукова

Научный руководитель – Митрошин А.А

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Возрастающая сложность управления организациями требует тщательного анализа целей и задач деятельности, путей и средств их достижения, оценки влияния различных факторов на повышение эффективности и качества работы. Это приводит к необходимости широкого применения экспертных оценок в процессе формирования и выбора решений. Сущность методов экспертных оценок заключается в том, что в основу прогноза закладывается мнение специалиста или коллектива специалистов, основанное на профессиональном, научном и практическом опыте [1]. В процессе принятия решений эксперты выполняют информационную и аналитическую работу по формированию и оценке решений. Все многообразие решаемых ими задач сводится к трем типам: формирование объектов, оценка характеристик, формирование и оценка характеристик объектов.

Задачи, решаемые в процессе экспертных оценок систем управления, можно разделить на две группы:

1) задачи синтеза новых систем управления и их оценки. К ним относятся: прогнозирование технико-экономических показателей стадий ее жизненного цикла; обоснование основных направлений реорганизации социальной системы управления; выбор оптимальных или удовлетворительных

способов действий и исходов с использованием создаваемой системы управления и др.

2) задачи анализа существующих систем управления по выбранным показателям и критериям эффективности. К которым относятся все задачи оценивания существующих или создаваемых вариантов систем управления с помощью заданных показателей и критериев эффективности. Значительная часть экспертной информации, используемой при решении таких задач, носит количественный характер или имеет форму элементарных суждений и обрабатывается с использованием различных статистических методов [2].

Для применения метода экспертных оценок в процессе принятия решений необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- подбор экспертов. Характеристики группы экспертов определяются на основе индивидуальных характеристик экспертов: компетентности, креативности, отношения к экспертизе, конформизма, конструктивности мышления, коллективизма, самокритичности.

- проведение опроса. Опрос экспертов представляет собой заслушивание и фиксацию в содержательной и количественной форме суждений экспертов по решаемой проблеме. Вид опроса по существу определяет разновидность метода экспертной оценки. Основными видами опроса являются: анкетирование, интервьюирование, метод Дельфы, мозговой штурм, дискуссия.

- обработка результатов опроса. После проведения опроса группы экспертов осуществляется обработка результатов. Исходной информацией для нее являются числовые данные, выражающие предпочтения экспертов, и содержательное обоснование этих предпочтений.

Для обработки результатов экспертизы, целесообразно применение вычислительной техники. При организации обработки результатов опроса следует тщательно проанализировать трудоемкости решения задач с учетом разработки математического обеспечения для ЭВМ. Применение ЭВМ выдвигает проблему разработки машинных программ, реализующих алгоритмы обработки результатов экспертного оценивания.

Библиографический список

1. Гохман О.Г. Экспертное оценивание: учеб. пособие.- Воронеж: Издательство ВГУ, 1991. – 125 с.
2. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа.- М.: Радио и связь, 1982. – 184 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В.П. Вишневская

Научный руководитель – Митрошин А.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается ряд проблем, затрагивающих возможности использования экспертных систем в учреждениях высшего образования.

При поступлении в вуз у абитуриентов возникает множество вопросов, таких как, какие факультеты есть в вузе, какие предметы необходимо сдавать для поступления, перечень требуемых документов и многие другие вопросы, которые возникают в процессе поиска ответа на предыдущие.

В связи с данной проблемой возникает вопрос, что можно использовать для получения более конкретной и своевременной информации по интересующим вопросам.

Использование разделов «F.A.Q.» решают данный вопрос, предоставляя ответы экспертов, но не в полной мере. Получение интересующей информации происходит несвоевременно и существует вероятность, что приобретенные данные уже не актуальны.

Использование экспертных систем для получения ответов на интересующие вопросы может улучшить результат получения информации. Данные системы используют экспертные знания для эффективного решения неформализованных задач, предоставляя пользователю самую актуальную информацию на момент выполнения запроса.

Экспертная система состоит из решателя, базы данных(БД), базы знаний(БЗ), компонента приобретения знаний, объяснительного компонента и диалогового компонента[1].

Необходимость базы данных обуславливается хранением и использованием данных, которые необходимы для решения задачи в текущий момент времени. Для долгосрочного хранения правил и фактов используется база знаний.

Компонент приобретения знаний автоматизирует наполнение базы знаний правилами и фактами. Объяснительный компонент необходим для того, чтобы раскрыть каким образом и на основании каких данных был получен результат[2]. Для дружественного общения с пользователем как во время решения задачи, так и во время получения знаний используется диалоговый компонент. Решатель состоит из двух механизмов. Интерпретатора, определяющего как использовать данные, находящиеся в базе знаний и диспетчера, определяющего порядок, согласно которому применяются правила. Такие экспертные системы называются статическими.

Существуют задачи, в которых необходимо учитывать изменение окружающего мира в процессе решения задачи. Для этого к общей модели экспертной системы необходимо добавить подсистему сопряжения с внешним миром, а также подсистему, которая будет моделировать окружающий мир. Такие системы получили название динамических экспертных систем.

Основными режимами экспертных систем являются следующие: режим приобретения знаний и режим решения задачи[3].

Режим приобретения знаний подразумевает наполнение экспертной системы знаниями, для того, чтобы она могла самостоятельно находить ответы на интересующие вопросы. Режим решения задачи, а также режим консультации или режим использования позволяет конечному пользователю получить результат.

Экспертная система позволяет не только получить конкретный результат, используя алгоритмические последовательности, но и построение этих самых последовательностей. Хорошая экспертная система имеет способность самообучаться при решении задач, тем самым пополнять свою базу знаний результатами, полученных выводов и решений.

Библиографический список

1. Хабаров С.П. Интеллектуальные информационные системы [электронный ресурс] / Хабаров С.П. – Режим доступа: <http://www.habarov.spb.ru/newes/index.htm> (дата обращения: 29.09.2017).
2. Каткова А.Л. Экспертные системы [учебно-методическое пособие] / Каткова А.С. – Шадринск, 2011. – 92 с.
3. Телков А.Ю. Экспертные системы [учебное пособие] / Телков А.Ю. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2007. – 83 с.

МОДИФИКАЦИЯ ОПЕРАТОРОВ NSGA-II В ЗАДАЧЕ ПОИСКА ПАРАМЕТРОВ SVM-КЛАССИФИКАТОРА

М.М. Егин

Научный руководитель – Демидова. Л.А.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается проблема построения модели SVM-классификатора, позволяющего решать задачи бинарной классификации данных с помощью построения разделяющей классы гиперплоскости [1, 2]. В случае линейно разделимой выборки предполагается нахождение параметров w и b разделяющей гиперплоскости, на основе которых формируется классифицирующее правило:

$$F(z) = \text{sign}(\langle w, z \rangle + b), \quad (1)$$

где z – объект, класс которого неизвестен; w – вектор-перпендикуляр к разделяющей гиперплоскости; b – параметр, соответствующий кратчайшему расстоянию от начала координат до гиперплоскости; $\langle w, z \rangle$ – скалярное произведение векторов w и z . В случае линейной неразделимости классов, помимо параметров w и b , требуется заменить скалярное произведение векторов на функцию ядра. Функция ядра осуществляет переход в пространство более высокой размерности, где классифицируемые объекты могут быть линейно разделимы [3]. В то время, как определение параметров w и b сводится задаче квадратичного программирования и имеет единственное решение [4], не существует четких рекомендаций по выбору как типа функции ядра, так и ее параметров.

В рамках доклада предлагается использование алгоритма многоцелевой оптимизации NSGA-II [5] с целью поиска оптимальной функции ядра и ее параметров для классифицируемого набора. В качестве целевых функций могут быть выбраны следующие показатели качества классификации: общая точность, чувствительность, специфичность, точность, F-мера, число опорных векторов.

С целью уменьшения зависимости результатов работы NSGA-II от ручной настройки параметров целесообразно ввести алгоритм самонастройки параметров. Алгоритм самонастройки заключается в разделении особей на некоторые группы, каждой из которых соответствует заранее установленный набор параметров. В зависимости от успехов особей в группах в каждой популяции изменяется размер группы. Таким образом, наиболее эффективные параметры будут использованы на большинстве особей.

Для приближения найденных Парето-фронт к истинным К. Deb и Т. Goel предложили использование гибридного подхода [6]. Подход заключается в использовании алгоритма локального поиска для взвешенной суммы целевых функций отдельного решения. Так как в результате работы NSGA-II формируется Парето-фронт найденных решений, размер которого может быть равен числу особей в популяции, в рамках гибридного подхода также предлагается использование алгоритма кластеризации с целью уменьшения размера результирующего фронта решений.

Библиографический список

1. Vapnik V., *Statistical Learning Theory*, New York: John Wiley & Sons, 1998, 732 p.
2. Gunn S.R., Technical report on "Support Vector Machines for Classification and Regression", University of Southampton.
3. Demidova L., Nikulchev E., Sokolova Yu., The SVM Classifier Based on the Modified Particle Swarm Optimization, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 2016, Vol. 7, No. 2, pp. 16–24.
4. Demidova L., Sokolova Yu., Development of the SVM Classifier Ensemble for the Classification Accuracy Increase, 6th Seminar on Industrial Control Systems: Analysis, Modeling and Computation (ITM Web of Conferences), 2016, Vol. 6.
5. Deb K., Pratap A., Agarwal S., Meyarivan T., A Fast Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II, *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 2002, No. 2, pp. 182 – 197.
6. Deb K., Goel T., A Hybrid Multi-objective Evolutionary Approach to Engineering Shape Design, *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2001, Vol. 1993, pp. 385-399.

Секция 2
Математические модели в информационных технологиях

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К
ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ
МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СТРОГО БИНАРНЫХ ДЕРЕВЬЕВ**

А.О. Сычиков

Научный руководитель – Демидова Л. А.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

При решении задачи прогнозирования временных рядов (ВР) ключевым вопросом является вопрос выбора адекватной модели прогнозирования. В случае применения тех или иных технологий искусственного интеллекта для разработки моделей прогнозирования поиск адекватной модели прогнозирования заключается в выборе «наилучшей» модели с точки зрения какого-либо критерия из популяции моделей, полученных с помощью общих принципов формирования моделей прогнозирования.

В данной работе используются модели прогнозирования, основанные на строго бинарных деревьях (СБД) и модифицированном алгоритме клонального отбора (МАКО), в ходе которого определяется модель прогнозирования, лучшим образом описывающая известные значения ВР [1,2].

Для построения моделей прогнозирования на основе СБД и МАКО общий принцип формирования моделей прогнозирования заключается в представлении их в виде закодированных с помощью случайно выбранных последовательностей символов – антител, которые преобразуются в аналитические зависимости, применяемые для получения прогнозных значений ВР.

Поиск искомой модели прогнозирования осуществляется в процессе итерационных вычислений. При этом на каждом шаге этого процесса выявляются «лучшие» антитела (и соответствующие им «лучшие» модели прогнозирования), которые на следующем шаге становятся родителями для нового поколения антител (и соответствующих им моделей прогнозирования).

Зачастую необходимо одновременно решить задачу построения ретроспективного прогноза на несколько шагов и перспективного прогноза на несколько шагов вперед. В этом случае могут быть применены модели прогнозирования на основе СБД и МАКО. При этом возможны два варианта использования этих моделей прогнозирования:

- вариант с использованием двух моделей прогнозирования, одна из которых используется для ретроспективного прогноза, а другая для перспективного прогноза (при этом каждое вновь вычисленное прогнозное значение используется в модели прогнозирования для получения нового прогнозного значения);

- вариант с построением двух групп моделей прогнозирования, одна из которых используется для ретроспективного прогноза, а другая для перспективного прогноза (при этом каждое вновь вычисленное значение используются для построения новой модели прогнозирования).

Проведен анализ описанных подходов к прогнозированию с целью выбора наиболее перспективного.

В дальнейшем планируется исследовать возможности применения многоцелевой оптимизации [3,4] в задаче построения ретроспективного перспективного прогнозов с применением моделей прогнозирования на основе строго бинарных деревьев.

Библиографический список

1. Демидова Л.А., Корячко А.В., Скворцова Т.С. Модифицированный алгоритм клонального отбора для анализа временных рядов с короткой длиной актуальной части // Системы управления и информационные технологии. 2010. Т. 42. № 4.1. С. 131-136.
2. Astakhova N.N., Demidova L.A., Nikulchev E.V. Forecasting Method For Grouped Time Series With The Use Of K-Means Algorithm // Applied Mathematical Sciences. 2015. Vol. 9. No. 97. P. 4813-4830.
3. Deb K., Jain H. An evolutionary many-objective optimization algorithm using reference-point based non-dominated sorting approach, Part I: Solving problems with box constraints//IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 2014. Vol. 18(4). P. 577-601.
4. Демидова Л.А., Астахова Н.Н. Многоцелевая оптимизация для моделей прогнозирования на основе строго бинарных деревьев // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. № 55. С. 118-130.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЫЖКА ПАРАШЮТИСТА

И. Ю. Клочкова

Научный руководитель – Мамонов С.С.

д. ф.-м. н., проф.

Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина

В работе рассматривается математическая модель, описывающая четвертый этап прыжка парашютиста: снижение на раскрытом парашюте. На основании ранее опубликованных работ [1], а также научной литературы [2] исследуется система дифференциальных уравнений, описывающая движение парашютиста в пространстве:

$$\begin{cases} \dot{V}_x = c_1 + b_1 V_x + a_1 V_x (V_x^2 + V_z^2)^{1/2}, \\ \dot{V}_y = c_2 + b_2 V_y + a_2 V_y (V_y^2 + V_z^2)^{1/2}, \\ \dot{V}_z = c_3 + b_3 V_z + V_z (k_3 (V_x^2 + V_z^2)^{1/2} + m_3 (V_y^2 + V_z^2)^{1/2}), \end{cases} \quad (1)$$

где коэффициенты $k_3, m_3, a_i, b_i, c_i, i = \overline{1,3}$, определяются этапом прыжка, характеристиками парашюта, начальными условиями движения парашютиста.

С помощью программы GPS Logger, установленной на мобильное устройство парашютиста, получены результаты измерения девяти прыжков. С помощью полученных данных сформирован массив, отображающий зависимость трех координат от времени. В пакете прикладных программ Maple на основании обработанных данных, построены траектории движения парашютистов, выравненные по начальным данным.

Для каждой из полученных траекторий с помощью регрессионного анализа получены коэффициенты $k_3, m_3, a_i, b_i, c_i, i = \overline{1,3}$, системы дифференциальных уравнений (1) [3,4]. Построенные системы позволяют определить теоретические траектории движения парашютистов. При сравнении теоретической и фактической зависимостей изменения координат, получено, что точка приземления, определяемая по теоретической зависимости, находится на расстоянии до 50 м от фактического приземления.

При качественном исследовании системы дифференциальных уравнений (1) для каждого из девяти прыжков определено состояние равновесия – устойчивый узел [5]. Практическая значимость результатов заключается в том, что скорость по координатам x, y, z будет стремиться к постоянной величине, как например в одном из прыжков $\lim_{t \rightarrow \infty} V_x(t) = 1,9851 \text{ м/с}$; $\lim_{t \rightarrow \infty} V_y(t) = 10,0146 \text{ м/с}$; $\lim_{t \rightarrow \infty} V_z(t) = -3,8206 \text{ м/с}$.

Вывод: в результате проведенных исследований получено минимальное расхождение в теоретических и фактических координатах во всех случаях. Дальнейшие исследования позволяют сформулировать конкретные рекомендации для удобного расчета $k_3, m_3, a_i, b_i, c_i, i = \overline{1,3}$, системы дифференциальных уравнений (1).

Библиографический список

1. Клочкова И. Ю. Математическая модель плоского движения тяжелой точки. // Вестник российской академии естественных наук – 2016. – 16, №3. – С. 28-33.
2. Лялин В. В., Морозов В. И., Пономарев А. Т. Парашютные системы. – М.: Физматлит, 2009. 506 с.
3. Калиткин Н. Н. Численные методы. – М.: Наука, 1972. – 512 с.
4. Боровков А. А. Математическая статистика. – Спб.: Лань, 2010. – 704 с.
5. Андронов А. А., Леонтович Е. А., Гордон И. И., Майер А. Г. Качественная теория динамических систем. – М.: Наука, 1966. – 568 с.

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОТЧЕТОВ НА ОСНОВЕ МНОГОМЕРНО-МАТРИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Т.Г. Авачева, Н.В. Дорошина, А.Н. Кабанов

**Рязанский государственный медицинский университет
Рязанский государственный радиотехнический университет**

При анализе многокритериальных систем [1] требуется формирование большого количества различных отчетов в виде табличных представлений. В докладе предложен подход к решению поставленной задачи на основе оперативного структурного преобразования многомерных массивов данных.

Постановка задачи.

Исходное множество данных представлено в виде многомерных матриц $A(p, q)$, где p - индексы, изменяющиеся по столбцу, q - индексы, изменяю-

щиеся по строке. При анализе данных может меняться старшинство столбцовых и строчных индексов [2].

Для удобства анализа возможно использование преобразования столбцовых и строчных индексов по типу. Таким образом, число различных вариантов структур матриц, используемых для формирования отчета, очень велико. В докладе предложен общий алгоритм структурных преобразований многомерных массивов данных для создания отчета нужной формы.

Решение задачи.

Для выполнения структурных преобразований многомерных матриц необходимо иметь в распоряжении правила (алгоритмы) для перераспределения индексов матрицы по группам столбцового или строчного типа и изменения их старшинства в пределах группы индексов одного структурного типа. Смену старшинства индексов в многомерной матрице можно осуществить с помощью перестановочных матриц. Рассмотрим общее правило построения перестановочной матрицы, имеющей гиперстолбцовую структуру $A(p,0)$. Любая смена старшинства индексов i_1, i_2, \dots, i_p осуществляется в результате левостороннего преобразования с перестановочной матрицей $C(p,p)$: $AC(p,0) = C(p,p)A(p,0)$,

где $AC(p,0)$ - матрица $A(p,0)$ с изменением старшинства индексов; $C(p,p)$ - разновидность единичной матрицы, в алгебраическом представлении которой единичные векторы-строки имеют упорядоченность, совпадающую с порядком старшинства индексов в матрице $A(p,0)$, а единичные векторы-столбцы упорядочены в соответствии со старшинством индексов, требующимся для $AC(p,0)$. Аналогичный вид имеют перестановочные матрицы, которые используются в качестве правосторонних преобразователей для смены старшинства индексов в многомерных матрицах гиперстрочной структуры $A(0,g)$.

Таким образом, если речь идет о смене старшинства индексов в матрице $A(p,g)$ без изменения их структурного типа, то можно воспользоваться двухсторонним перестановочным преобразованием: $Ac(p,g) = c1(p,p)A(p,g)cz(g,g)$. Матрицы $c1(p,p)$, $cz(g,g)$ являются разреженными матрицами, что обеспечивает повышение оперативности формирования отчетов требуемой структуры. Для получения общего алгоритма структурного преобразования многомерной матрицы целесообразно выделить три последовательных этапа трансформации $A(p,g)$:

1. векторизация;
2. смена старшинства индексов в полученной после векторизации матрице гиперстолбцовой (гиперстрочной) структуры;
3. девекторизация, переводящая требуемую часть упорядоченных при выполнении п. 2 индексов в группу строчного (столбцового) типа. Структурная схема преобразования имеет, таким образом, следующий вид: $A(p,g)$ -векторизация $A(p+g,0)$, смена старшинства индексов $AC(\Omega,0)$, девекторизация.

Выводы.

Предложена последовательная процедура преобразования многомерных массивов данных для создания отчета нужной формы. Использование в расчетах разреженных матриц позволяет повысить оперативность решения задачи формирования отчетов.

Библиографический список

1. Т.Г. Авачева, Н.В. Дорошина, А.Н. Кабанов. Повышение оперативности многомерного кластерного анализа данных на основе гистограммного метода/Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр./Под ред. А.Н. Пылькина - Рязань (РГРТУ), 2017.- С.78 – 80.
2. Методы интеллектуальной обработки данных: учебное пособие/ Т.Г. Авачева, М.Н. Дмитриева, Н.В. Дорошина, А.Н. Кабанов; РязГМУ им. акад. И.П. Павлова. – Рязань: РИО РязГМУ, 2016. – 108 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Г.Р. Абубьякарова

Научный руководитель – Сержантова Н.А.

к.т.н, доц.

Пензенский государственный технологический университет

За многие тысячелетия существования человечества огромное число людей погибло от различных эпидемий. В настоящее время эпидемический процесс является показателем причиной смертей по всему миру, причем одним из важнейших инфекционных патогенов являются вирусы гриппа. В связи с чем, актуальностью данной темы является прогнозирование эпидемического процесса.

Эпидемический процесс представляет собой непрерывную цепь последовательно возникающих и взаимосвязанных инфекционных состояний (больные, носители), проявляющуюся в виде эпидемических очагов с одним или несколькими больными и носителями.

Прогнозирование эпидемического процесса это предвидение возможных изменений эпидемической обстановки на определенной территории, основанное на систематическом изучении и анализе разнообразных факторов, влияющих на развитие или угасание эпидемического процесса.

Существует множество природных, биологических, социальных факторов, на фоне которого и развивается эпидемический процесс факторов [1].

Для того чтобы построить модель эпидемического процесса для дальнейшего его прогнозирования, был разработан алгоритм, представленный на рисунке 1.

Для процедуры анализа данных динамики эпидемических процессов на примере гриппа, выбрала программную среду MSExcel входящий в состав MicrosoftOffice [2]. И непосредственно использовала регрессионный анализ, так как, в регрессионном анализе рассматривается связь между одной переменной, называемой зависимой переменной, и несколькими другими, называемыми независимыми переменными[3]. Эта связь представляется с помощью математической модели. Проведенные исследования позволили разработать модель эпидемического процесса распространения гриппа. Модель представляется формулой 1.

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\beta n(n + [a])^2 e^{\beta(n+[a])t}}{([n + e^{\beta(n+[a])t}])^2} \quad (1)$$

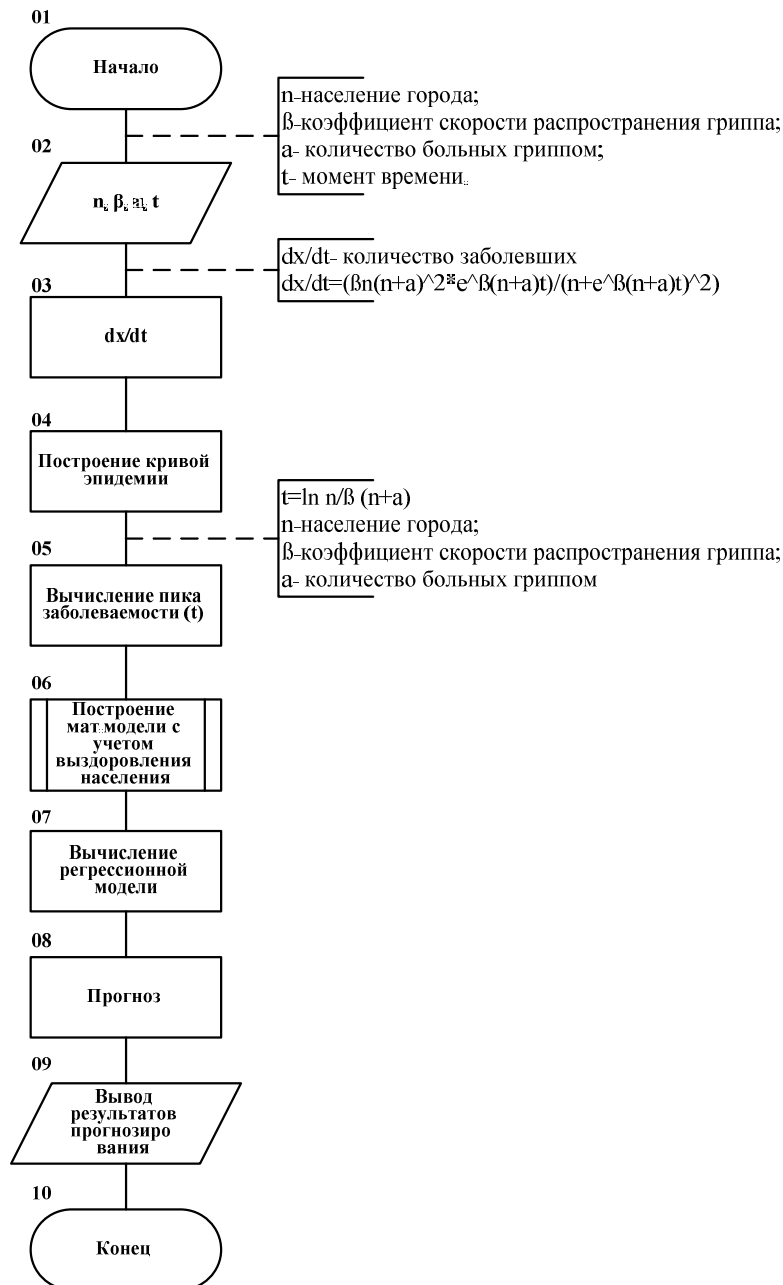


Рис. 1

В заключении хочу сказать, что в дальнейшем будет проводиться оценка адекватности разработанной модели с применением критериев независимости, информативности и точности.

Библиографический список

1. Зуева Л.П., Яфаев Р.Х. Эпидемиология: Учебник. - СПб: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2006. - 752 с.
2. MicrosoftOfficeExcel [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://chem-otkrit.ru/soft/microsoft_excel (Дата обращения 10.06.17г);
3. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования: анализ и интерпретация данных. - СПб.: Речь, 2004.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НЕЙМАНА УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ТАБЛИЧНОМ ПРОЦЕССОРЕ MICROSOFT EXCEL

М. Ешич

Научный руководитель - Быкова О.Г.

к.т.н., доц.

Санкт-Петербургский Горный университет

Уравнение теплопроводности описывает распространение температуры в твердых телах. Это уравнение также называют уравнением массопереноса. И именно в этом плане его решение представляет особый интерес для нефтяников. Изучение процесса фильтрации – массопереноса – позволяет подбирать оптимальные технические решения. Достаточно подробно в учебной литературе рассмотрено решение одномерного уравнения. Наиболее известно решение задачи Дирихле уравнения теплопроводности [1, 2]. Для практических расчетов, однако, важно решение задачи Неймана, то есть при задании по границе области не значений температуры, а производной.

В работе рассмотрено численное решение задачи Неймана двумерного уравнения теплопроводности методом конечных разностей, который достаточно часто применяется для решения краевых задач. Решение получено для однородного уравнения в квадратной области со стороной, равной единице ($x \in [0,1]$, $y \in [0,1]$) при изменении времени $t \in [0,1.8]$.

Начальные условия: $u(x, y, t)_{t=0} = 30(x^2 + y)$

Граничные условия: $u(x, y, t)_{x=0} = 30y + 30t$, $u(x, y, t)_{x=1} = 30(y^2 + 1) + 30t$,
 $u(x, y, t)_{y=0} = 30x + 30t$, $u(x, y, t)_{y=1} = 30(x^2 + 1) + 30t$

Коэффициент теплопроводности принят равным единице, шаг изменения пространственной координаты равным 0.25, временной – 0.2.

Получение решения сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений девятого порядка на каждом временном слое (при каждом значении времени). Решение выполняется методом простой итерации. Точность 10^{-3} достигается за 57 итераций.

Для повышения наглядности полученного решения произведена анимация.

Библиографический список

1. Быкова О.Г. Лабораторная работа «Численное решение уравнения теплопроводности в пакете компьютерной математики Mathcad». Актуальные вопросы современной информатики. IV Всероссийская заочная научно-техническая конференция. Сборник материалов. Коломна, ГАОУ ВПО «МГОСГИ» 1-15 апреля 2014.- 2014.- С. 101-107.

2. Береснев Р.В. Решение уравнения теплопроводности с переменным шагом в табличном процессоре Microsoft Excel. Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2016. XIX Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов. Труды конференции. Рязань, Рязанский государственный радиотехнический университет.- 2013.- С. 58-60.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А.К. Межонова

Научный руководитель – Бельман С.А.

к. ф.-м. н., доц.

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Рассматривается ряд вопросов, связанных с возможностью моделирования эмоционального интеллекта. Прежде чем рассматривать математическую модель, следует проанализировать логику формирования общего определения «эмоциональный интеллект».

Дж. Мейер и П. Саловей придерживаются следующей точки зрения: «эмоциональный интеллект — это часть социального интеллекта, который включает способность контролировать собственные чувства и эмоции и чувства, и эмоции других, различать их и использовать эту информацию, чтобы контролировать мышление и действия».

Таким образом, эмоциональный интеллект направлен на способность узнавать значения и решать задачи на их основе. Некоторые модели эмоционального интеллекта, устанавливая эмоциональный интеллект как совокупность способностей, черт личности и темперамента. Например, Мэйер, Саловей и Карузо продемонстрировали, что эмоциональные навыки, описываемые их моделью, имеют все шансы рассматриваться как интеллект, так как они представляют взаимосвязанный набор компетентностей.

Бар-Он (Bar-On, 1997) после анализа психологической литературы об особенностях личности, объединенных с успехом в жизни, идентифицировал пять областей функционирования, содействующих преуспеванию, которые объединил в эмоциональный интеллект.

Третья модель высказана Гоулменом. Он сформировал смешанную модель с пятью большими областями: знание эмоций, руководство эмоциями, мотивация, распознавание эмоций других и управление отношениями с другими. Гоулмен создает экстраординарные заключения для прогнозирующей способности его смешанной модели. Он полагает, что «эмоциональный интеллект» проявляется в успехе дома, в школе и на работе [1, с.1-20].

Работу эмоционального интеллекта можно отслеживать в процессе коммуникации, модулируемой на учебных занятиях. Например, как это было показано в анализе проведенного эксперимента.

Студентам 1 курса факультета иностранных языков, 2 курса физико-математического факультета Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина было предложено просмотреть видеоролик урока английского языка в подготовительной группе детского сада. Временной отрезок видео – 16 минут – был разбит на 8 промежутков: $(0, 2]$, $(2, 4]$, ..., $(14, 16]$. Зрители оценивали эмоциональную деятельность детей по шкале Хаббарда каждые две минуты. Таким образом, временному промежутку $(t_i, t_{i+1}]$, $i = 1, 8$ было поставлено в соответствие число, характеризующее уровень эмоциональной деятельности. Чтобы избежать субъективности в оценке поведенческих реакций испытуемых, за каждым ребенком наблюдали не менее 10 студентов. Затем полученные результаты на каждом временном промежутке усреднялись.

Оказалось, что поведенческие реакции на действия учителя у ребят подготовительной группы детского сада имеют незначительное рассеяние и можно обобщить результаты для всей группы.

Прямой, отражающей динамику эмоционального состояния детей, является график функции $y = -0,0736x + 2,4896$ с величиной аппроксимации $R^2 = 0,8296$. [1, С. 504].

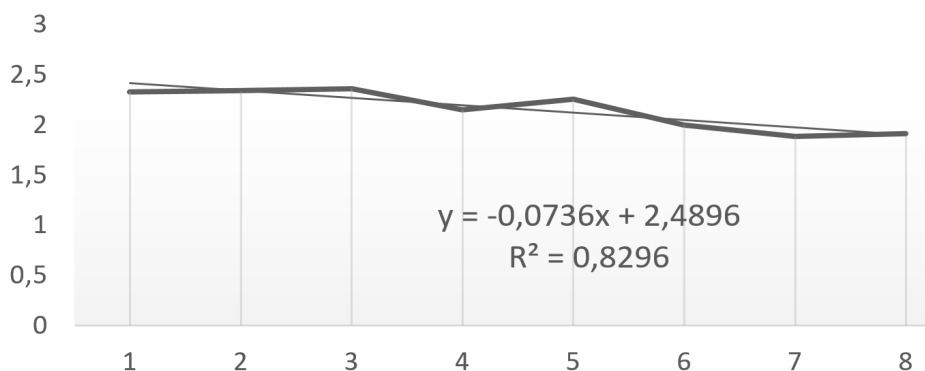


Рис.1

Очевидным является небольшой спад деятельности эмоционального интеллекта в конце наблюдаемого периода. Данную особенность необходимо учитывать в построении эффективных моделей человеческого поведения.

Таким образом, обнаружена линейная зависимость эмоционального интеллекта от времени. Подобрана наилучшая прямая, отражающая изменения эмоционального интеллекта социальной группы $y = -0,0736x + 2,4896$ с коэффициентом аппроксимации $R^2 = 0,8296$.

Библиографический список

1. Сергиенко Е.А. Тест Дж. Мэйера, П. Сэловея, Д. Карузо «Эмоциональный интеллект». - М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2010. – С. 1-20.
2. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям. -М.: ЮНИТИДНА, 2012. – С. 504.

ПРОБЛЕМА АППРОКСИМАЦИИ РАЗРЫВНЫХ ФУНКЦИЙ

Я.Д. Минаев

Научный руководитель - Быкова О.Г.

к.т.н., доцент

Санкт-Петербургский Горный университет

Аппроксимация (от лат. *proxima* – ближайшая) или приближение — научный метод, состоящий в замене одних объектов другими, в каком-то смысле близкими к исходным, но более простыми. Аппроксимация позволяет исследовать числовые характеристики и качественные свойства объекта, сводя задачу к изучению более простых или более удобных объектов (например, таких, характеристики которых легко вычисляются или свойства которых уже известны). И некоторые разделы математики в сущности

целиком посвящены аппроксимации, например, теория приближения функций, численные методы анализа. Аппроксимацией функции $f(x)$ называется нахождение такой функции (аппроксимирующей функции) $g(x)$, которая была бы близка заданной. Критерии близости функций могут быть различные. В случае если приближение строится на дискретном наборе точек, аппроксимацию называют точечной или дискретной [1].

Особенность задач, решаемых в горном деле, заключается в том, что подземный объект может не характеризоваться непрерывными параметрами. На практике данная проблема встречается очень часто, ввиду чего существует необходимость рассмотрения методов ее решения. Например, на глубине от земной поверхности происходили и происходят процессы, приводящие к появлению разрывов в слоях пород. Так что при описании поведения подошвы нефтяного слоя в пространстве студент сталкивается с необходимостью аппроксимировать функцию двух переменных, которая терпит нарушение непрерывности изменения.

Часто при аппроксимации разрывных функций возникают проблемы, связанные с этими самыми разрывами – промежутками, в которых функция не определена или данных недостаточно для отражения зависимости. В таком случае описание характеристик уже становится задачей аппроксимации разрывных функций. В этом случае метод наименьших квадратов – наиболее часто используемый в задачах аппроксимации, неприменим. Требуется применение более сложных методов поиска аппроксимирующей функции или «сшивание» разных аппроксимирующих функций. Об этом и пойдет речь в данной работе.

В некоторых случаях задачу аппроксимации удастся решить сразу же, если через заданные точки можно провести какую-нибудь из простейших функций. Выбирается вид функции и выполняется выравнивание. Для данного процесса имеется как минимум три самых ходовых метода [2]:

1) Метод выбранных точек – основан на предположении, что сумма отклонений минимальна. Функция при этом подбирается “на глаз”, приближенно.

2) Метод средних – предполагается, что сумма всех отклонений равна нулю.

3) Метод наименьших квадратов (МНК) – самый популярный из всех методов, основан на критерии оптимальности, предполагающем, что сумма квадратов всех отклонений минимальна. Обладает очень хорошей точностью, но может быть сложен при расчете.

В случае же, если подобрать функцию сразу не получается по тем или иным причинам, имеется другой вариант решения данной задачи. Для начала нам необходимо разбить заданную функцию на участки и провести аппроксимацию каждого участка в отдельности.

В литературе предлагаются и методы упрощения полученных аналитических выражений, такие как аппроксимация Паде или разложения в ряды. С их помощью можно серьезно выиграть в производительности и облегчить последующие расчеты.

Если же подобрать аналитическое выражение не представляется возможным, функцию стоит оставить в кусочном виде, и работать с отдельными ее частями. На практике такая ситуация встречается довольно часто. Примером может служить коэффициент гидравлического трения по длине,

не имеющий универсальной формулы и рассчитываемый по разному для каждого значения числа Рейнольдса.

Варианты расчетов по всем методикам выполнены в табличном процессоре Microsoft Excel и пакете компьютерной математики Maple. На основе сопоставления всех упомянутых вариантов можно сделать вывод, что самым лучшим вариантом для решения проблемы аппроксимации функций с разрывами будет подбор аналитической аппроксимирующей функции, лучше всего передающей имеющуюся зависимость.

Библиографический список

1. Алюков С.В. Аппроксимации кусочно-линейных и обобщенных функций. - Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG., ISBN: 978-3-8484-9048-6, 2012. - 120 с.
2. Дьяконов В.П. Maple 9.5 10 в математике, физике и образовании. - М.: СОЛОН-Пресс, 2006. - 720 с.
3. Половко А.М., Бутусов П.Н. Интерполяция. Методы и компьютерные технологии их реализации. - СПб: БХВ-Петербург, 2004. — 320 с.

О НАХОЖДЕНИИ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ, МОДЕЛИРУЕМЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

А.А. Петров

Научный руководитель – Масина О.Н.

д. ф.-м. н., проф.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

Построение моделей динамических систем и нахождение оптимальных параметров их движения необходимо для адекватного описания широкого класса явлений, относящихся к естественнонаучным, техническим, экологическим, социально-экономическим и другим областям знаний [1–4].

Известно [2], что предположения на динамическую систему с учетом некоторых допущений удобно записывать в виде дифференциальных включений. К таким системам можно отнести системы с переменными параметрами, возмущениями, погрешностями, а также системы, описываемые уравнениями с разрывными правыми частями. В настоящей работе рассмотрены модели динамических систем перемещения объекта для двумерного, трехмерного и шестимерного случаев, с учетом оптимальности, вариативности и сопротивления воздуха.

Рассматривается исходная двумерная модель перемещения объекта в декартовых координатах x , y . Движение происходит в два этапа: на первом этапе $(0, t_1)$ объект перемещается из точки начала координат под воздействием постоянной векторной тяги (p, q) до достижения максимальной высоты h , на втором этапе (t_1, t_2) объект движется под воздействием векторной тяги $(-b, s)$. Выбор значений векторной тяги производится из положительных интервалов $p(p_1, p_2)$, $q(q_1, q_2)$, $b(b_1, b_2)$, $s(s_1, s_2)$.

На объект действует сила тяготения $F_g = mg$. Движение будет допустимым, если значение x постоянно возрастает на промежутке $(0, t_2)$, y возрастает на $(0, t_1]$ и убывает на (t_1, t_2) , а также

$$x(t_2) = l, x'(t_2) = 0, y(t_2) = 0, y(t_1) = h, y'(t_2) = 0.$$

Критерий оптимальности имеет вид:

$$\int_0^{t_1} (p + q)dt + \int_{t_1}^{t_2} (b + s)dt \rightarrow \min. \quad (1)$$

Дифференциальные включения, описывающие систему, имеют вид

$$\begin{cases} m\ddot{x} \in p, \\ m\ddot{y} \in q - mg, \end{cases} \text{ и } \begin{cases} m\ddot{x} \in -b, \\ m\ddot{y} \in s - mg. \end{cases} \quad (2)$$

Рассмотрена однозначная реализация, когда дифференциальные включения сводятся к обыкновенным дифференциальным уравнениям [3].

Исходя из (1), (2), в пакете Mathematica получены оптимальные параметры p, q, b, s, t_1, t_2 . В частности, отмечена линейная зависимость значений векторной тяги от массы объекта m и высоты подъема h .

Далее рассматриваются модели более высоких размерностей с дополнительными ограничениями [6], развивающие модель (2) в случаях, когда:

- (i) конечная точка перемещается в дополнительной плоскости;
- (ii) в дополнение к (i) учитывается лобовое сопротивление воздуха;
- (iii) в дополнение к (ii) учитывается возможность вращения объекта.

Для модели (i) предложен алгоритм построения оптимальных траекторий с учетом оптимальных параметров и вариативности, на основе которого разработан программный комплекс на встроеном языке системы Octave.

Для трехмерной модели (ii) и шестимерной модели (iii) разработаны численные алгоритмы поиска оптимальных параметров на основе искусственных нейронных сетей [5] и модифицированного метода градиентного спуска для неизвестных функций. Разработан комплекс программ, произведена оценка погрешности для исходной модели (2).

В работе рассмотрены модели динамических систем, демонстрирующие различные подходы к поиску оптимальных параметров движения. Предложены алгоритмы поиска оптимальных параметров, на их основе разработан комплекс программ. Преимущество предложенных алгоритмов состоит в возможности изучения модели в случае, когда аналитическое исследование затруднено, а также в незначительной вычислительной сложности. Полученные результаты могут найти применение при решении задач устойчивости и управления движением технических систем, в частности, задач автопилотирования автомобилей для маршрутов с учетом рельефа и внешних условий, задач автономного управления многоразовым космическим кораблем в долговременных исследовательских миссиях с учетом оптимальности движения в гравитационных полях сложной конфигурации.

Библиографический список

1. Понтрягин Л.С. Математическая теория оптимальных процессов и дифференциальные игры // Тр. МИАН СССР. 1985. Т. 169. С. 119–158.
2. Благодатских В.И., Филиппов А.Ф. Дифференциальные включения и оптимальное управление // Тр. МИАН СССР. 1985. Т. 169. С. 194–252.

3. Масина О.Н. Вопросы управления движением транспортных систем // Транспорт: наука, техника, управление. 2006. № 12. С. 10–12.

4. Дружинина О.В., Масина О.Н., Петров А.А. Разработка подхода к решению задач управления движением динамических систем, моделируемых дифференциальными включениями // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2017. Т. 15. №4. С. 64–72.

5. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. М.: Издательский дом "Вильямс", 2006.

6. Петров А.А. Моделирование и построение алгоритма поиска оптимальных параметров управляемых динамических систем, описываемых дифференциальными включениями // Нелинейный мир. 2017. Т. 15, №4. С.47–52.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ КВАНТОВОГО АЛГОРИТМА ГРОВЕРА ПОИСКА В БАЗЕ ДАННЫХ

А.О. Сычиков, Е.Н. Проказникова
Научный руководитель – Парфилова Н.И.
К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается ряд вопросов, связанных с проблемой нахождения заданного элемента в неотсортированной базе данных. Главным критерием поставленной задачи является скорость нахождения выбранного элемента.

При решении поставленной проблемы рассматривались различные математические алгоритмы решения. Наиболее эффективные классические алгоритмы решения такой задачи, основанные на простом переборе элементов, остаются достаточно медленными в своей реализации. На основе этого было принято решение использовать квантовый алгоритм Гровера поиска в базе данных. Отличительной особенностью данного алгоритма является то, что он использует квантовые элементарные унитарные операции.

Допустим, что имеется неотсортированная база данных, состоящая из N сообщений $S(0), S(1), \dots, S(x), \dots, S(v), \dots, S(N-1)$, представленных $N = 2^L$ состояниями квантового регистра из L кубитов. Известно, что одно из сообщений, соответствующее состоянию $x = v$, в отличие от других удовлетворяет определенному условию $S(v) = a$ (маркировано). Его и требуется найти. Для выполнения поставленной задачи квантовый алгоритм Гровера использует три основных элементарных унитарных операции и позволяет произвести поиск за $\sim\sqrt{N}$ шагов. [1]

Первая операция создает равновероятную (с равными амплитудами) начальную суперпозицию $|s\rangle$ всех $N = 2^L$ булевых состояний $|y\rangle = |y_{L-1}, y_{L-2}, \dots, y_0\rangle$. Она осуществляется с помощью $N = 2^L$ -мерного оператора Уолша-Адамара. Сопоставим $-$ му начальному состоянию регистра цепочку состояний кубитов $|y\rangle \equiv |y_{L-1}, y_{L-2}, \dots, y_0\rangle$ и аналогичную цепочку x -му результирующему состоянию, получаемую в результате второй унитарной операции Уолша – Адамара. Третьим элементарным преобразованием является выборочное вращение фазы амплитуды в определенных состояниях

с помощью оператора инверсии \bar{U}_0 , который сохраняет вектор состояния $|0\rangle$, но изменяет знак всех векторов состояния, ортогональных $|0\rangle$. [2]

Заметим, что база данных для осуществления квантового алгоритма поиска может быть представлена и классическими схемами памяти, достаточно лишь иметь выход из нее в квантовую систему, где булевые состояния будут преобразовываться в когерентные суперпозиции.

Библиографический список

1. Валиев К.А., Кокин А.А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность. 2000 г. С. 94-100.

2. М. Нильсен, И. Чанг. Квантовые вычисления и квантовая информация. Под редакцией М.Н. Вялого, П.М. Островского. Мир, 2006 г. С. 311-330.

АЛГОРИТМ РАБОТЫ ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ДЫХАНИЯ

Нгуен Вьет Линь

Научный руководитель – Каплан М.Б.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В работе контролируется изменение объема грудной клетки, возникающее в процессе дыхания. Контроль размера грудной клетки осуществляется путем измерения приращения периметра грудной клетки. Первым этапом является установка датчика с ремнем и упругим элементом на верхнюю часть грудной клетки. В процессе дыхания длина упругого элемента меняется, что эквивалентно перемещению ремня. В работе используется специальный датчик, который измеряет приращение этого ремня. В качестве датчика выбрана оптическая система слежения за смещением PAN3101, применяемая в компьютерных манипуляторах.

Работа алгоритма начинается с инициализации – приведение программы в состояние готовности к использованию. Далее выполняется оброс датчика, включающий передачу тактового сигнала и данных с помощью платы сбора данных NI PCIe6321 и терминального модуля NI BNC 2120 по портам P01 и P02. На следующем этапе для получения данных с датчика выполняется операция считывания, как показано в документации для датчика (рис. 1).

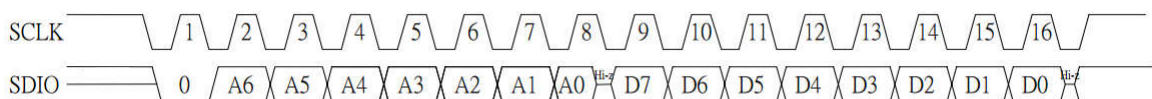


Рис. 1 - Операция считывания

Операция чтения инициализируется ЭВМ через плату сбора данных и состоит из двух байтов. Первый байт формируется ЭВМ и содержит адрес, ячейки памяти датчика, и включает также бит направления передачи. Второй байт формируется датчиком и содержит данные регистрируемые с помощью PAN3101. Передача синхронизируется тактовым сигналом SCLK. Сразу же после получения сигнала от датчика выполняется этап обработки

данных. Результатами обработки данных процессы дыхания являются: частота дыхания, выделение фаз вдоха, выдоха. Вычисление частоты дыхания происходит таким образом: при поступлении сигнала с датчика определяется количество точек максимума в течение 10 секунд, потом умножается на 6 и получается частота дыхания в минуту. Фаз вдоха-выдоха определяется таким образом: сравнивается текущее значение перемещения с предыдущим значением, если значение сигнала увеличивается, то регистрируется процесс вдоха, если уменьшается, то выдох. Заключительный этап связан с отображением получаемой дыхательной волны, частот дыхания и фаз вдоха-выдоха. При завершении процесса измерения данные сохраняются в файл. На базе представленного алгоритма в среде LabVIEW создана программа для ЭВМ.

Библиографический список

1. Патент рф 2013996, кл.А 61 В 5/08, 2994 Москва: «Радиотехника», 2010, с.155-157.
2. Трэвис Дж., Кринг Дж. Labview для всех.
3. [Электронный ресурс] <http://lekmed.ru/spravka/dyhanie-detei/vozzrastnye-harakteristiki-dyhatel-noi-sistemy-y-detei.html>

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОЧИСТКИ Si В УСЛОВИЯХ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ

Е.В. Сливкин, Д.В. Суворов, С.М. Карабанов, Д.Ю. Тарабрин

Рязанский государственный радиотехнический университет

Очистка металлургического кремния до высокочистого поликристаллического кремния – сложный, длительный и дорогостоящий процесс. При модернизации технологии и соответственно оборудования для очистки необходимо провести математическое моделирование и ряд трудоемких расчетов, чтобы снизить возможные риски. Простейшая задача моделирования процесса очистки кремния в условиях магнитогидродинамического перемешивания (МГДП) состоит в самосогласованном расчете переменного магнитного поля, движения жидкости и переноса частиц примесей в объеме расплава кремния [1,2]. На рисунке 1а представлена блок-схема алгоритма данного расчета, созданного в программном пакете COMSOL Multiphysics. Данный программный пакет обладает большими возможностями для моделирования физических процессов и решения междисциплинарных физических задач.

Основной проблемой самосогласованного расчета МГДП является необходимость временного расчета всех описанных выше физических процессов с шагом по времени, много меньшим, чем период колебания магнитного поля. При использовании питания от промышленной электросети частотой 50 Гц, расчет должен проводиться с шагом по времени много меньшим 0,02 сек. Только в этом случае будет обеспечена устойчивость расчета воздействия силы Лоренца на расплав кремния. Помимо малого шага по времени для валидного расчета процесса очистки кремния необходима точная сетка при расчете диффузии частиц примеси в объеме расплава кремния (усло-

вие Куранта), особенно вблизи поверхности, откуда происходит эффективный уход частиц примеси в вакуум. Таким образом, при самосогласованном решении описанной выше задачи в 2D приближении занимает более 30 суток. Это в 7 раз дольше, чем занимает реальная очистка металлургического кремния (около 100 часов).

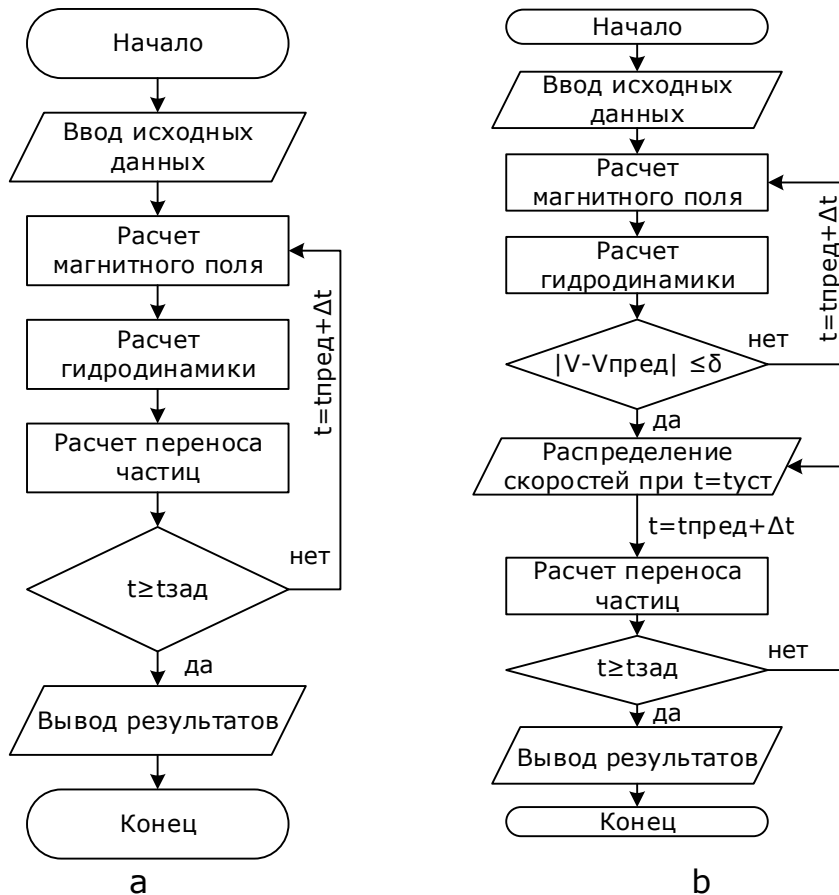


Рис. 1 – Блок-схемы алгоритма расчета очистки кремния в условиях магнитогидродинамического перемешивания (МГДП)

Для повышения скорости расчета данная задача была разбита на две части. На рисунке 1б представлена блок-схема алгоритма решения представленной задачи в две итерации. Сначала производится временной расчет магнитного поля и гидродинамики, причем время расчета определяется моментом, когда скорость расплава кремния выходит на установившийся режим. Как правило, режим устанавливается около 500 секунд. Дальнейший расчет процесса МГДП не имеет смысла, так как на каждом последующем временном шаге будет получен тот же результат (в пределах погрешности), что и на предыдущем. Затем производится расчет процесса очистки кремния в условиях перемешивания. При этом на каждом временном интервале расчета распределение скоростей в расплаве кремния не изменяется и загружается из предыдущего решения в момент наступления установившегося режима ($t_{уст}$). Погрешность расчета процесса очистки в данном случае связана с тем, что удаление примесей с поверхности расплава кремния в первые 500 секунд, пока происходит выход МГДП в установившийся режим, не учитывается. Однако, в данный отрезок времени ско-

рость движения расплава кремния мала, а в первые секунды и вовсе равна нулю. Поэтому скорость удаления частиц с поверхности расплава также мала, так как отсутствует эффективное обновление приповерхностного слоя расплава кремния, которое в данном случае обусловлено преимущественно процессами диффузии. К тому же, отрезок времени, не учитывающий очистку, много меньше общего времени очистки (100 часов). Эти факторы сводят ошибку вычисления с применением описанной методики к минимуму.

Данная методика позволяет выполнять расчет МГДП и очистку кремния с различными пространственными сетками – для МГДП высокое качество сетки не требуется, а для валидности расчета процесса очистки качество сетки играет решающую роль. С применением описанной методики скорость расчета очистки кремния в условиях МГДП в 2D-приближении увеличилась более чем в 5 раз, что сделало разработанную математическую модель приемлемой для использования в решении задач повышения эффективности очистки металлургического кремния путем модернизации технологических процессов.

Работа выполнена в рамках Соглашения 14.577.21.0263 Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», уникальный идентификатор проекта RFMEFI57717X0263.

Библиографический список

1. Karabanov S. M. et al. Mathematical modeling and experimental research of the method of plasma chemical purification of metallurgical-grade silicon //Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 2016 IEEE 16th International Conference on. – IEEE, 2016. – С. 1-5.
2. Dropka N. et al. Numerical study on transport phenomena in a directional solidification process in the presence of travelling magnetic fields //Journal of Crystal Growth. – 2010. – Т. 312. – №. 8. – С. 1407-1410.

Секция 3
Телекоммуникационные технологии

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ
ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
УСЛОВИЯХ ОБСТАНОВКИ**

П. А. Макаркин

Научный руководитель – Холопов И.С.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассмотрены различные алгоритмы обнаружения воздушных объектов оптическими системами в различных условиях обстановки [1-4]. Среди них особенно важным и наиболее применимым на практике в системе мониторинга воздушного пространства является алгоритм - сопоставления с эталоном [2].

Алгоритм основан на поиске минимума разностной критериальной функции вида (1):

$$F(\alpha, \beta, n) = \sum_{(i,j) \in H} |l(i + \alpha, j + \beta, n) - h(i, j, n)|, \quad (1)$$

где n - номер кадра, $l(i, j, n)$ - наблюдаемое изображение, $h(i, j, n)$ - эталонное изображение объекта, H - множество точек на изображении.

Если рассматривать более детально постоянно сопоставлять формируемое изображение с эталоном обнаружение цели может и не произойти, так как она постоянно меняет свои параметры (геометрические размеры, направление движения). Для оценки работоспособности вводят специальный признак характеризующийся выражением (2):

$$K(n) = \frac{\min_{(\alpha, \beta) \in \Gamma} F(\alpha, \beta, n-1)}{\min_{(\alpha, \beta) \in \Gamma} F(\alpha, \beta, n)}, \quad (2)$$

где Γ - множество граничных точек зоны поиска, α, β - угловые координаты азимута и угла места.

С другой стороны для повышения вероятности правильного обнаружения применяют многоканальные оптические системы, производящие обзор в разных спектральных диапазонах [3]. В этом случае применить алгоритм сопоставления с эталоном нецелесообразно в связи с вычислительными затратами. Алгоритм обнаружения строится путем сравнения с порогом μ логарифма отношения правдоподобия (3):

$$\wedge(x_1, x_2 | \hat{u}_1, \hat{u}_2) = \exp \left[\frac{x_1^T x_1}{2\sigma_1^2} + \frac{x_2^T x_2}{2\sigma_2^2} \right], \quad (3)$$

тогда окончательное выражение получается (4):

$$z = \frac{x_1^T x_1}{2\sigma_1^2} + \frac{x_2^T x_2}{2\sigma_2^2} > \mu, \quad (4)$$

Еще одной из важнейших качеств рассматриваемых оптических систем является возможность селекции ложных и истинных целей. В этом случае особое внимание заслуживает обработка с помощью нейронных сетей [5].

Библиографический список

1. Бабаян П. В., Фельдман А. Б. Обнаружение и оценка параметров воздушных объектов в видеопоследовательностях на основе кратномасштабной пространственной обработки // Цифровая Обработка Сигналов. – 2010. – №4. – С. 7 – 11.
2. Бабаян П. В., Смирнов С. А. Слежение за объектом на основе алгоритма сопоставления с эталоном при одновременном наблюдении в видимом и инфракрасном диапазонах // Цифровая Обработка Сигналов. – 2010. – №4. – С. 18 – 21.
3. Артемьев В. М., Наумов А. О., Кохан Л. Л. Максимально правдоподобное обнаружение изображений объектов в двухканальных оптико-электронных системах // Цифровая Обработка Сигналов. – 2010. – №1. – С. 14 – 17.
4. Алпатов Б. А., Бабаян П. В., Балашов О. Е., Степашкин А. И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление: учебное пособие для вузов.– М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.
5. Labonté. G., Deck W.C. Infrared Target-Flare Discrimination using a ZISC Hardware Neural Network. Royal Military College of Canada. – 2010. – P. 67.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЛЬТРОВ ПОДАВЛЕНИЯ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ

А. А. Рамазанова

Научный руководитель – Кошелев В. И.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассмотрены различные фильтры подавления пассивных помех [1-3]. Перечислим их: рекурсивные, не рекурсивные, отдельным классом являются обеляющие (ОБФ) [1,2].

В качестве пассивных помех используются металлизированные отражатели (диполи), которые сбрасываются с борта самолета. В большинстве случаев физическая природа последних позволяет рассматривать эти мешающие воздействия как гауссовские, вследствие центральной предельной теоремы. Статистическое описание помех записывается корреляционными свойствами следующего вида (1) [1,2]:

$$R_{i,j} = \exp\left\{-\frac{\pi^2 \Delta f_c T (j-i)^2}{2.8}\right\}, \quad (1)$$

где i, j - номера строк и столбцов, $\Delta f_c T$ - ширина спектра помехи.

Модель корреляционной матрицы узкополосного сигнала можно описать гауссовским процессом, для оптимальной доплеровской скорости цели приведенном в выражении (2):

$$R_{s_{ij}} = \exp\left\{-\pi^2 \Delta f_s T (j-i)^2\right\} \times (-1)^{j-i}, \quad (2)$$

Для качественной оценки работы фильтров (компенсации помех) вводят следующие показатели: коэффициент подавления помех (Кпп) и улучшения отношения сигнал/шум (Кул) [1].

В результате проведенного исследования можно сказать, чем уже относительная ширина спектра помехи, тем больше Кпп. Но если учесть, что доплеровская скорость для мешающих отражений может быть ненулевой, на выходе фильтра появляются дополнительные ложные цели, кроме ОБФ, так как его коэффициенты зависят от корреляционных свойств помехи и шума. Таким образом, он в общем случае является адаптивным и способен эффективнее подавлять помеху при порядках в 2-3 раза выше, чем у рекурсивных и не рекурсивных фильтров.

Библиографический список

1. Бруханский А. В. Системы селекции движущих целей. – М. МАИ, 1990. – 15 с.
2. Бакулев П. А. Радиолокационные системы.– М.: Радиотехника, 2004. – 320 с.
3. Белоцерковский Г. Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства.– М.: Сов. Радио, 1975. – 336 с.

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ

Д.И. Лукьянов, Л.Д. Байе

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

На сегодняшний день существует два основных способа соединения базовых станций (БС) между собой, каждый из которых характеризуется своими достоинствами и недостатками:

- радиорелейная система передачи (РРСП);
- волоконно-оптическая линия передачи (ВОЛП).

Для выбора наиболее оптимального способа соединения БС использовался метод многокритериального выбора. В качестве исходных данных были выбраны четыре показателя качества (таблица 1). Стрелки в таблице показывают в какую сторону должен стремиться показатель для того, чтобы обеспечить лучшее значение.

Таблица 1 – Сравнение технологий

Технологии	Стоимость обо- рудования ↓	Пропускная способность ↑	Радиус дей- ствия ↑	Длительность ремонта ↓
РРСП	4000\$/ 20-40 Км	5 Гбит/с	до 40 км	1 час
ВОЛП	320000\$/ 20-40 Км	10 Гбит/с	до 100 км	72 часа

Расчет относительных показателей качества протокол ведется по формуле

$$PK_i = PK / PK_{\text{макси}} \quad (1)$$

где $ПК$ - значение показателя качества оцениваемой системы; $ПК_{\text{макси}}$ - максимальное значение базового показателя; $i = 1, \dots, n$ - количество оцениваемых показателей качества.

В таблице 2 показаны результирующие значения показателей качества, рассчитанные по формуле (1).

Таблица 2 – Относительные показатели качества

Технологии	Стоимость оборудования ↓	Пропускная способность ↑	Радиус действия ↑	Длительность ремонта ↓
РРСП	0,013	0,5	0,4	0,014
ВОЛП	1	1	1	1

Анализ таблицы 2 показывает, что волоконно-оптическая линия связи обладает наибольшими показателями качества.

Далее необходимо оценить нормированную длительность ремонта и стоимость оборудования по формуле

$$C^* = 1 - (ПК / ПК_{\text{макси}}), \quad (2)$$

где $ПК$ - значение показателя качества оцениваемой системы; $ПК_{\text{макси}}$ - максимальное значение базового показателя.

Результаты оценки нормированной стоимости оборудования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели качества преобразования

Технологии	Стоимость оборудования ↑	Пропускная способность ↑	Радиус действия ↑	Длительность ремонта ↑
РРСП	0,987	0,5	0,4	0,986
ВОЛП	0	1	1	0

Анализ таблицы 3 показывает, как изменилась стоимость оборудования и длительность ремонта после нормировки.

Для дальнейшего расчета необходимо установить коэффициенты важности критериев, называемыми весами. При этом

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad (3)$$

где α_i - коэффициент значимости (весомость) каждого из n параметров

($0 < \alpha_i < 1; \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$).

Исходя из важности рассматриваемых критериев, веса были выбраны следующим образом: стоимость оборудование ($a_1 = 0,2$), пропускная способность ($a_2 = 0,4$), радиус действия ($a_3 = 0,3$), длительность ремонта ($a_4 = 0,1$).

Итоговый расчет осуществляется по следующей формуле (4).

$$ПК_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \alpha_i ПК_i, \quad (4)$$

где $ПК_{\Sigma}$ – коэффициент суммарной полезности изделия по сравнению с образцом по n выходным параметрам; $ПК_i$ – показатели качества преобразования; α_i – коэффициент значимости (весомость) каждого из n параметров

$(0 < \alpha_i < 1; \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1)$.

В результате вычислений по формуле (4) получены следующие данные:

- волоконно-оптическая линия передачи = 0,8;
- радиорелейная система передачи = 0,52.

Вывод. Исходя из полученных результатов, установлено, что волоконно-оптическая линия передачи является оптимальным выбором для осуществления связи между базовыми станциями.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ВЕЙВЛЕТОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ СЖАТИЯ ВИДЕОДАНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ПО МНОГОКАНАЛЬНЫМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

И.Р. Ломов, А.В. Сиротин
Научный руководитель – Косткин И.В.
К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается проблемный вопрос по проектированию алгоритмов сжатия видеоданных с использованием вейвлет преобразования для передачи по многоканальным телекоммуникационным системам. Вопрос состоит в том, чтобы показать преимущества и перспективы вейвлет преобразования в целом. Для этого сравним ряд известных вейвлетов, проведя эксперимент. Оценка производится по методу многокритериального выбора.

Эксперимент производится в среде MatLab. Суть его заключается в выборе изображения, сжатие его с помощью вейвлет-преобразования, а затем восстановление и сравнение с оригиналом. Чтобы осуществить задачу необходимо составить программный код, реализующий эту задачу.

Следующие шаги реализации были сделаны для разработанного алгоритма:

1. Считывание изображения либо оттенки серого, либо изображения RGB.
2. Преобразование изображения в оттенки серого, если изображение является RGB.
3. Разложение изображений с помощью вейвлетов для уровня N .
4. Выбор и назначение вейвлета для сжатия.
5. Генерирование пороговых коэффициентов с использованием способа Биржа-Массарта.
6. Выполнение сжатия изображения с помощью всплесков.
7. Вычисление и отображение результатов, таких как сжатое изображение, сохраненная энергия и нулевые коэффициенты.

8. Декомпрессия изображения на основе структуры вейвлет-декомпозиции.

9. Построение реконструированного изображения.

10. Вычисление и отображение размера исходного изображения, сжатого изображения и распакованного изображения.

После проведения экспериментов сжатия изображения вейвлетами результаты сводятся в таблицы. Для проведения сравнения были выбраны следующие вейвлеты: Daubechies 1,5,10, Symlets 1,5,10. Coiflets 1,3,5. И сравнение их по степени разложения (5,10,15). Сравнение и выбор производился по коэффициенту сжатия, точности восстановления.

Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2006. - 1072 с.

2. Кириллов С.Н. Курс лекций по многокритериальному синтезу сигналов.

ПРОЦЕДУРА РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БЮДЖЕТА ПОДВОДНОГО ОТКРЫТОГО ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Л. В. Аронов

Научный руководитель – Кириллов С. Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Потребность различных отраслей промышленности в строительстве и обслуживании подводных коммуникаций диктует необходимость создания подводных роботизированных систем, обладающих определенной степенью автономности и управляемых по беспроводному каналу. Использование подобных систем снижает риски для персонала, обслуживающего подводные инженерные системы, и сокращает финансовые издержки. Использование подводного оптического открытого канала передачи информации на основе когерентного источника оптического излучения обеспечивает передачу в реальном масштабе времени нескольких каналов с видеоданными, в условиях жестких ограничений на массогабаритные показатели и энергопотребление, что выгодно отличает его от акустического и радиоканала [1].

Одной из задач, решаемых в процессе проектирования, является расчет энергетического бюджета подводного открытого оптического канала передачи информации. Ослабление оптического излучения в морской воде имеет сложную природу и обусловлено двумя независимыми физическими явлениями: поглощением и рассеянием. Наиболее часто для расчетов используется однопараметрическая модель поглощения-рассеяния, основанная на измерении концентрации хлорофилла в морской воде [2-4]. Для полноты модели учитывается молекулярное поглощение и рассеяние. Средние значения и стандартные отклонения молекулярного поглощения воды измерены во всем видимом диапазоне длин волн и не зависят от концентрации органических и иных взвесей в воде [5].

Исходными данными к процедуре расчета энергетического бюджета являются: длина волны, тип воды (или концентрация хлорофилла), мощность передатчика, чувствительность приемника и расстояние между приемной и передающей системами.

Непосредственно процедура расчета включает следующие этапы: определение концентрации больших (более 1 мкм) и маленьких (менее 1 мкм) частиц; коэффициентов поглощения большими и маленькими частицами; расчет коэффициентов поглощения хлорофиллом, частицами и органическими взвешьями; расчет коэффициента молекулярного рассеяния; расчет коэффициента молекулярного поглощения; суммирование коэффициентов поглощения и коэффициентов рассеяния, с учетом концентраций больших и малых частиц; расчет затухания мощности передатчика на заданном расстоянии; расчет требуемой мощности передающей системы и оценка возможности технической реализации, исходя из существующих ограничений на потребляемую мощность, элементную базу и т.д. Оценка энергетического бюджета была выполнена для 4-х основных типов вод, при разбросе концентраций хлорофилла 0,03-12 мг/м³. При концентрациях хлорофилла 0,03-0,4 мг/м³ наиболее пригодной для подводного открытого оптического канала является синяя часть видимого спектра излучения (460нм), в этом случае потери на трассе распространения составляют 0,043-0,098 дБ/м. Увеличение замутненности до 3 мг/м³ приводит к смещению участка спектра с минимальным затуханием в зеленую область, на длине волны 560 нм потери составят 0,44 дБ/м. В сильно мутных водах с замутненностью до 12 мг/м³ теоретический минимум ослабления смещается в желтую часть видимого спектра, однако из-за чрезмерного затухания, превышающего 2 дБ/м, дальность связи в этих условиях ограничивается несколькими метрами.

В условиях относительно чистого моря подводный открытый оптический канал передачи информации имеет оптимальные энергетические характеристики в синей части видимого спектра. Потери мощности излучения в открытом оптическом канале передачи информации на трассе распространения длиной 100м составят от 4,3 до 9,8 дБ, при концентрациях хлорофилла 0,03-0,4 мг/м³, что соответствует замутненности чистого моря или прозрачного океану. В прибрежных водах с замутненностью до 3 мг/м³ потери на трассе такой же длины составят до 66 дБ. При окончательном расчете энергетического бюджета также следует учесть мощность источника излучения, размер приемной апертуры, распределение интенсивности в пятне лазера в точке приема и собственные потери оптических систем приемника и передатчика. В качестве источников когерентного излучения здесь могут выступать серийно производимые лазерные диоды работающие на длинах волн 445 и 450 нм, мощностью от 100 до 1000 мВт. Их достоинствами является низкое энергопотребление, компактность и малый вес, что позволяет использовать их в компактных подводных роботизированных системах.

Библиографический список

1. Кириллов С. Н. Открытый оптический канал связи в подводных роботизированных системах [Текст] / С. Н. Кириллов, Л. В. Аронов // Проблемы

передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: Материалы 18-й Международной науч.-техн. конф.: Горячая-линия Телеком, 2015. – 332 с., с. 59-61

2. Kaushal H. Underwater optical wireless communication [Текст] / H. Kaushal, G. Kaddoum // IEEE Access, volume 4, 2016, p. 1518-1547

3. Mazin A.A.A. Characteristics of optical channel for underwater optical wireless communication system [Текст] / Ali A. Ali Mazin // IOSR Journal of electrical and electronics engineering – 2015 – Volume 10, – p. 9

4. Jaruwatadilok S. Underwater wireless optical communication channel modeling and performance evaluation using vector radiative transfer theory [Текст] / S. Jaruwatadilok // IEEE Journal on selected areas in communications . – 2008 . – №9, vol. 26 – с. 1620-1627

5. William M. Irvine Infrared optical properties of water and ice spheres [Текст] / William M. Irvine, James B. Pollack // Icarus . – 1968 . – №8 – p. 324-360

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ЦИФРОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКОЙ, РЕАЛИЗОВАННОЙ НА БАЗЕ ТРАНСИВЕРОВ USRP X300 ПРИ УЧЕТЕ ВЛИЯНИЯ ВЗАИМНЫХ ИМПЕДАНСОВ ЭЛЕМЕНТОВ И ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ

С. В. Колесников, М. В. Грачев

Научный руководитель – Паршин Ю. Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для современных радиосистем характерным является широкое применение активных антенных решеток (ААР) в сочетании с пространственной обработкой сигналов. Наличие активных элементов в радиотракте каждого канала ААР, обладающих заметной нелинейностью, приводит к интермодуляционным искажениям мощных сигналов в активных элементах радиотракта и возникновению интермодуляционных помех.

В работах [1], [2] проведен анализ эффективности пространственной обработки сигналов в цифровой антенной решетке в предположении, что взаимное влияние элементов в антенной решетке отсутствует. В работе [3] показано, что электродинамическая связь элементов ААР существенно сказывается на помехоустойчивости обработки и точности измерения параметров сигналов. Для этого используется матрица взаимных импедансов ААР, расчет которой представляет собой сложную в вычислительном отношении задачу. Влияние связи элементов ААР на принимаемый сигнал представляется как эквивалентное преобразование матрицы направляющих векторов.

Изменение степени связи между элементами ААР производится путем изменения масштаба расстояний при расчете матрицы взаимных импедансов. В качестве критерия эффективности пространственной обработки принято отношение мощности сигнала к мощности помех и шума на выходе пространственного фильтра Винера, реализующего весовую обработку сигналов с выходов приемных модулей ААР. Для измерения угловых координат и разрешения по угловой координате полезной характеристикой является

угловой спектр мощности комплекса помех, включающего интермодулирующие и интермодуляционные помехи.

В работе исследуется типовой радиотракт, реализованный в цифровой трансивере USRP X300 с установленными в него двумя радиочастотными платами CBX-120 (1,2 ГГц - 6 ГГц). Данный тип трансивера с нулевой промежуточной частотой широко применяется для прототипирования различных радиотехнических систем и устройств.

При последовательном соединении нескольких каскадов нелинейные свойства всего радиотракта описываются общей точкой $iIP3$. Расчет точки пересечения $iIP3$ проводится при условии, что возникающие интермодуляции в каждом из каскадов достаточно малы и не вызывают новых интермодуляций в последующих каскадах.

Исследовано влияние последовательности включения каскадов в приемном тракте на уровень нелинейных искажений. Путем полного перебора всех 24 вариантов включения каскадов радиотракта установлено, что при упорядочивании вариантов по возрастанию коэффициента шума, точка пересечения радиотракта $iIP3$ также увеличивается. В результате выявлены варианты построения радиотракта, для которых динамический диапазон наибольший, выигрыш составляет 10дБ.

Наличие нелинейности радиотракта приводит к появлению интермодуляционных помех, что усложняет помеховую обстановку на выходе ААР. Действие интермодуляционных помех можно представить как появление дополнительных виртуальных пространственно сосредоточенных помех, приходящих с определенных направлений. Число виртуальных помех пропорционально зависит от числа имеющихся активных помех, размера апертуры ААР, а также угловых координат активных помех. При некоторых значениях указанных параметров виртуальные помехи могут иметь пространственно распределенный характер. Для подавления этих помех необходим пространственный ресурс в виде дополнительных элементов антенной решетки, а также вычислительные ресурсы процессора. Учитывая природу интермодуляционных помех, целесообразно также использовать нелинейные алгоритмы оптимальной компенсации этих помех.

В работе показано, что взаимное влияние элементов ААР существенным образом влияет на помехоустойчивость пространственной обработки сигналов в ААР с нелинейным радиотрактом. Увеличение степени связи приводит к уменьшению результирующего отношения сигнал-помеха.

Исследования проведены в предположении, что методом масштабирования можно учесть различную величину связи не только между тонкими вибраторами, но и между элементами ААР различной конструкции. Поэтому данный анализ целесообразно проводить на этапе предварительного выбора технического облика системы. После определения пространственной структуры ААР требуется уточнение характеристик путем расчета матрицы взаимных импедансов для выбранного типа элементов ААР методами численного моделирования.

Библиографический список

1. Паршин Ю. Н., Колесников С. В., Грачев М. В. Помехоустойчивость активной антенной решетки при действии интермодулирующих и интермоду-

ляционных помех в радиотракте с нулевой промежуточной частотой // XXIII международная научно-техническая конференция. Радиолокация, навигация, связь. Т.3. Воронеж: Научно-исследовательские публикации, 2017. С. 1092-1097.

2. Y. N. Parshin, S. V. Kolesnikov, M. V. Grachev. Intermodulation Interferences Immunity in Receiving Path of Active Antenna Array Based on NI USRP-2943 SDR Transceivers // Application of Information and Communication Technologies – AICT2017. Conference Proceedings vol 2. pp. 75 – 78.

3. Паршин Ю. Н., Гусев С. И., Фролов И. И., Колесников С. В., Жариков П. В. Влияние взаимных импедансов элементов антенной решетки на эффективность пространственной обработки сигналов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. Рязань: РГРТУ. 2017. №60. С. 17-26.

ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ПРЕЦИЗИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Е.В. Васильев, И.В. Холопов

Рязанский государственный радиотехнический университет

Разработка целого ряда систем и устройств, относящихся к сфере телекоммуникационных технологий, измерительной аппаратуры или аналитической техники для промышленного или исследовательского применения требует наличия у разработчика высокочастотного генератора с прецизионно управляемыми параметрами колебания – амплитудой, частотой, фазой. При этом конкретные требования к такому высокочастотному генератору зависят от области применения и могут быть весьма различными как в плане диапазона рабочих частот, так и в плане уровня колебания. Отдельные и подчас весьма жесткие требования предъявляются к точности формирования заданных значений частоты и амплитуды, а также к скорости их перестройки. Существующая в настоящее время аналогово-цифровая элементная база позволяет разработать новые перспективные схемотехнические решения, дающие возможность реализовать цифровые методы формирования высокочастотных колебаний и управления их параметрами, что повышает точность установки параметров колебаний и существенно упрощает технологию настройки и регулировки высокочастотных генераторов. Последнее обстоятельство имеет значение при серийном производстве генераторной техники.

В докладе рассматриваются вопросы обеспечения повышенной точности формирования высокочастотного колебания в генераторе, предназначенном для использования в составе аналитических приборов. Особенностью таких генераторов является необходимость работать в широком диапазоне амплитуд колебания – от единиц вольт до сотен вольт или единиц киловольт, причем точность формирования амплитуды должна находиться в пределах 10...50 ppm. Имитационное моделирование и макетирование показывает, что для достижения амплитуд, измеряемых сотнями вольт, в диапазоне единиц мегагерц требуется проектировать выходной каскад генератора на мощность, достигающую десятков ватт, что дополнительно усложняет задачу разработчика.

В качестве решения поставленной задачи в докладе обсуждается реализация цифровой системы управления колебанием, выполненной на основе пропорционально-интегрально-дифференцирующего регулятора на микроконтроллере или ПЛИС, в качестве управляемого элемента которой применяется интегральный синтезатор прямого цифрового синтеза (DDS – direct digital synthesizer). Датчиком управляемой амплитуды является модернизированный вариант диодного детектора, выходное напряжение которого оцифровывается аналого-цифровым преобразователем с разрядностью не менее 16 бит.

В докладе обсуждаются результаты моделирования и экспериментального исследования генератора указанного типа, предлагаются пути дальнейших исследований, направленных на совершенствование методов прецизионного формирования высокочастотных колебаний.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ С БЕСПИЛОТНЫХ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

А. В. Батищев

Научный руководитель – Покровский П.С.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Рассмотрены особенности построения систем передачи информации существующих беспилотных наземных транспортных средств (БНТС) с учетом состава и типа полезной нагрузки, а также применения. БНТС для организации информационного обмена с пунктом управления используют современные стандарты связи, преимущественно основанные на фазовой манипуляции и мультиплексировании с ортогональным частотным разнесением каналов [1, 2]. При этом передача информации осуществляется на частотах, для которых не требуется лицензирования радиоаппаратуры, в частности ISM-диапазоны. Зачастую в качестве полезной нагрузки выступают видеокамеры, микрофон, громкоговорители, датчики внутреннего состояния [1, 3]. Характерное расстояние передачи данных – не более 3 км в условиях урбанизированной или пересеченной местности [4], для которой свойственно наличие многолучевости [5, 6].

На основе проведенного анализа сформированы требования к каналу передачи видеоинформации. Параметры передаваемого видеопотока – 480x640 пикселей 30 кадров в секунду, 24 бита на передачу цвета изображения, видеокодек H.264 [7]. Таким образом, требуемая скорость передачи данных через систему передачи видеоинформации составляет порядка 4 Мбит/с. Основными мешающими факторами является частотно-временное рассеяние радиосигналов за счет движения БНТС и элементов окружающей обстановки. Кроме того, функциональные задачи БНТС связаны с эксплуатацией в сложных помеховых условиях естественного и преднамеренного происхождения.

С учетом вышеизложенного предложено в системе передачи видеоинформации с БНТС использовать OFDM-сигналы специальной структуры. В частности, проведен многокритериальный выбор числа поднесущих радиосигнала, количества и расположения составляющих пилот-сигнала, а также длительности циклического префикса OFDM-символа. Определена проце-

дура адаптивного изменения вида модуляции в зависимости от текущей сигнально-помеховой обстановки.

На основе проведенного компьютерного моделирования показана эффективность применения OFDM-сигналов предложенной структуры в системах передачи видеoinформации с БНТС, эксплуатируемых в условиях пересеченной или урбанизированной местности.

Библиографический список

1. Panayiotis Fofilos, Kyriakos-Isaak Xanthopoulos [et al.] An Unmanned Ground Vehicle for Remote-Controlled Surveillance // Journal of Computations & Modelling;
2. Сердюк П., Слюсар В. Средства связи с наземными роботизированными системами – современное состояние и перспективы // ЭЛЕКТРОНИКА №7 (00139) 2014;
3. Charles Pippin, Gary Gray The Design of an Air-Ground Research Platform for Cooperative Surveillance // GTRI Technical Report CUSTD GTRI TECHREPORT 112010;
4. Hoa Nguyen, Narek Pezeshkian, Aaron Burmeister, Abraham Hart Unmanned Ground Vehicle Communications Relays // TECHNICAL REPORT 2042 April 2014;
5. Скляр, Бернард Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр. : Пер. с англ. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. — 1104 с. : ил. — Парал. тит. англ. — ISBN 5-8459-0497-8 (рус.);
6. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра : Пер. с англ. / Под ред. В. И. Журавлева. — М.: Радио и связь, 2000. — 520 с.: ил. — ISBN 5-256-01444-7;
7. Brian Yamauchi, Kent Massey High-Speed Teleoperation Of Ugvs In Urban Terrain Using Driver-Assist Behaviors And Immersive Telepresence.

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ IP-ТЕЛЕФОНИИ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА – ЯКОВЛЕВА

В.Т. Дмитриев, А.В. Степина

Рязанский государственный радиотехнический университет

В большинстве известных методик построения сетей не учитывают качество восстановленного речевого сигнала (РС) на выходе системы передачи. Поэтому существует необходимость разработки универсальной методики построения современной сети связи, в которой возможно осуществлять адаптивное улучшение качества передаваемого речевого сигнала (РС) или его защищенности. Необходимо рассмотреть возможность организации сети IP-телефонии на основе представления Хургина-Яковлева [1].

Показана возможность применения данного представления при построении сети IP-телефонии на основе двух вариантов – использование нескольких каналов для передачи сигнала, его производных и с применением асинхронного маскирования при последовательной передаче отсчетов сигнала и производной по одному каналу связи.

Первый вариант построения с несколькими каналами является затратным, но существенно уменьшает вероятность получения информации третьим лицам. Использование различных технологий передачи увеличивает рост затрат, а также способствует большей задержке при получении речевого сигнала (РС).

Второй вариант построения сети обладает большим числом сочетаний параметров алгоритма и обеспечивает высокую помехоустойчивость, не уменьшая динамический диапазон. Но в сигнал вносится избыточность и требуется более сложное оборудование.

При проектировании сети IP-телефонии на основе представления Хургина - Яковлева необходимо осуществить основные шаги, описанные ниже:

1. Анализ задания на построение сети, осуществление выбора места расположения сети.

2. Определение необходимости прокладки сети или необходимости аренды существующей.

3. Расчет параметров для аренды.

4. Выбор и расчет параметров проектируемой сети IP-телефонии. Анализ двух способов построения сетей связи на основе представления Хургина – Яковлева и выбор наиболее подходящего для потребителя способа построения.

5. Выбор сетевого протокола передачи из наиболее распространенных для IP-телефонии протоколов.

6. Выбор вида соединения такие как: телефон-телефон, телефон-компьютер, компьютер-компьютер. Проектирование приемной части системы. В систему передачи необходимо добавить многоканальный джиттер-буфер, декодер, интерполятор, восстанавливающие фильтры, сумматор.

7. Расчет производительности узла доступа, который должен обслуживать трафик от всех групп абонентов.

8. Выбор оборудования проектируемой сети.

9. Расчет экономических показателей проектируемой сети.

10. Адаптация параметров кодека РС к акустическим шумам и условиям распространения. Тестовые испытания по выбору кодека речевых сигналов и их производных в зависимости от качества восстановленного речевого сигнала (РС).

При использовании представления Хургина – Яковлева происходит оценка качества восстановленного речевого сигнала (РС) на выходе первичного кодека, но при этом появляется возможность адаптивно изменить кодек сигнала и кодек производной, что дает большие возможности для адаптации системы первичного кодирования, а также изменять кодеки и количество каналов сигнала и производных (N), осуществлять выбор кодека, методов помехоустойчивого кодирования, вносить избыточность в отдельные каналы [2].

Предложенное представление Хургина - Яковлева требует реализацию большего количества восстанавливающих фильтров, более простых в реализации для сигнала и производных. Также понадобится дополнительная реализация дифференциатора, двух дециматоров и двух восстанавливающих фильтров (КИХ-фильтров) и сумматора.

Построение первичных кодеков РС на основе представления Хургина - Яковлева позволит уменьшить задержку на обработку речевого сигнала (РС) путем распараллеливания вычислений, при этом повышается качество восстановленного сигнала, защищенность, помехоустойчивость. Данный метод может найти применение в сетях, в которых необходима повышенная безопасность и помехоустойчивость при передаче речи.

Библиографический список

1. Хургин Я.И., Яковлев В.П. Фinitные функции в физике и технике. М.: Наука. 1971. 408 с.
2. Дмитриев В.Т. Помехоустойчивость кодеков на основе алгоритма Хургина-Яковлева // Вестник РГРТА. 2003. №12. С. 133-136.

УПРОЩЕННАЯ МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТЕЙ IP-ТЕЛЕФОНИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ»

В.Т. Дмитриев, Н.Ю.Балашова

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящий момент авторам не известна методика проектирования сети IP-телефонии, которая обеспечивала бы проектирование сети, подходящей под различные технические, экономические требования и в значительной степени удовлетворяющая потребителей с точки зрения качественных показателей, в частности качества восстановленного сигнала РС. Также необходимо, чтобы такая методика была не сложной и понятной для молодых специалистов и студентов.

Предложена методика построения сетей IP-телефонии, обеспечивающая удобство обработки сигналов:

1. На первом этапе данной методики проводится анализ заданное на построение сети, осуществить выбор – где нужно спроектировать сеть IP-телефонии в отдельном здании или в городе (необходимо определить для каких целей и где мы будем использовать сеть IP-телефонии, так как для различного расположения сетей предъявляются свои требования.).

2. На втором этапе методики определяется необходимость прокладки сети или необходимость аренды существующей. При проектировании сети связи внутри офиса можно проложить свою кабельную систему. Но нужно учитывать факт - если офис был взят в аренду, то в нем может находиться уже проложенная сеть связи или обычная телефонная система. В таком случае, чтобы подключиться к IP-сети потребуются IP-шлюз. Таким образом, это позволит снизить расходы, но может повлиять на качество передаваемой речи.

Не зависимо от того, проектируется ли сеть между отдельными зданиями или по всему городу - необходимо учитывать, как технические, так и экономические аспекты прокладки кабельной сети: оптимальное расположение районной АТС, при котором затраты на абонентскую сеть минимальны.

3. На третьем этапе методики производится расчет параметров для аренды. Они включают в свой состав затраты на стоимость линии связи в локальных или междугородних сетях.

4. На четвертом этапе методики осуществляется выбор топологии сети, расчет и выбор параметров кабеля связи, выбор технологии проектирования сети IP-телефонии, а также выбор протокола сигнализации.

5. На пятом этапе методики происходит выбор сетевого протокола передачи из наиболее распространенных для IP-телефонии протоколов.

6. На шестом этапе методики происходит выбор вида соединения такие как: телефон-телефон, телефон-компьютер, компьютер-компьютер.

7. На седьмом этапе методики производится расчёт производительности узла доступа, который должен обслуживать трафик от всех групп абонентов. Поэтому при расчете принимает во внимание суммарное число пакетов, которое должен обработать. Оно состоит из количества абонентов, числа вызовов в час, средней длительности разговоров.

8. На восьмом этапе методики осуществляется выбор оборудования проектируемой сети. Если сеть использует иерархическую структуру, то следует использовать оборудование для различных классов (магистральный, оборудование для рабочих групп, сетевые адаптеры и т.п.).

9. На девятом этапе методики выполняется расчет экономических показателей проектируемой сети. Они состоят из стоимости оборудования, затрат на амортизацию, электроэнергию и других возможных экономических затрат.

10. На десятом этапе выполняется выбор оптимального кодека речи с точки зрения качества восстановленного РС и избыточности передаваемого сигнала.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА МАСКИРОВАННОГО СИГНАЛА ПРИ ПЕРЕДАЧЕ РЕЧИ ПО КАНАЛУ СВЯЗИ

В.В. Васильев

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

к.т.н, доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из современных проблем защиты информации является защита ее от несанкционированного доступа, попадание информации злоумышленникам ведет к огромным убыткам во многих сферах деятельности. Всегда необходимо обеспечивать такой уровень защиты, чтобы время необходимое для ее несанкционированного получения превышало время в течении которого информация актуальна, время может составлять от нескольких минут или часов до месяцев.

Для определения степени маскирования предложено использовать алгоритмы объективной оценки качества речевого сигнала. В настоящее время существует множество алгоритмов маскирования АМР, использующих различные способы обработки речи в частотной и временной областях. Так, наиболее известными алгоритмами с использованием операций в частотной области являются алгоритмы, основанные на инверсии всего речевого спектра [1,2], на перемешивании отдельных полос речевого спектра с инверсией по определенному правилу, на внесении ложного спектра.

Исследовано несколько простых маскираторов: на основе инверсии спектра, полосовой маскиратор и маскиратор с задержкой во времени.

Маскирование очень чувствительно к акустическим шумам и помехам в канале связи. Акустические шумы могут служить ключом для вскрытия алгоритмов маскирования. Кроме того при действии акустических шумов затрудняется восприятие восстановленного сигнала.

Рассмотрено влияние акустических помех. В частности рассмотрено:

- широкополосных помех (Γ) (модель – случайный процесс с близким к равномерному спектром в полосе 300..3400 Гц и нормальным распределением);
- импульсных помех (λ) (модель – импульсы вида $A\sin(x)/x$, сгруппированные в пакеты длительностью около 5 секунд каждый);
- посторонних РС.

Показано, что для оценки качества маскированных речевых сигналов, более достоверны методы объективной оценки качества РС на основе алгоритма MFOSD (модифицированная функция ощущения спектральной динамики). Кроме того из анализа результатов, можно сделать вывод, что среди алгоритмов оценки в частотной области можно выделить алгоритм ESC, а в области спектральной динамики алгоритм MFOSD. Эффективность этих алгоритмов зависит от вида искажений или помех, накладываемых на речевой сигнал.

Библиографический список

1. Пат. № 1-47062, Япония, МКИ⁵ Н 04 К 1/04, Н 04 В 1/ 62. Система скрытой связи с инвертированием/ Ниппон дэнсин дэнва К.К.
2. Пат. № 1-47061, Япония, МКИ⁵ Н 04 К 1/04. Система секретной связи / Ниппон дэнсин дэнва К.К.

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, РЕГИСТРИРУЕМЫХ В СЛОЖНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ПО СИСТЕМАМ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СВЯЗИ

И.В. Косткин, Е.А. Павкина

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из современных проблем повышения качества цифровых изображений являются сложные погодные условия. Всегда необходимо обеспечивать такой уровень качества, который позволяет воспринимать объекты на уровне человеческого зрения.

В настоящее время существует большое количество методов повышения качества цифровых изображений. Так, наиболее известными методами повышения качества являются алгоритмы градационные улучшения изображений и методы изменения резкости.

Поскольку человеческий глаз воспринимает изображения не так, как цифровые устройства, то часто необходимо повысить качество полученных изображений. Метод изменения резкости изображений позволяет увеличить либо уменьшить различимость соседних объектов в изображении за счет применения низкочастотных или высокочастотных фильтров.

Гамма-коррекция изображений — это процесс, с помощью которого цифровое кодирование изображения приводится в соответствие с нашим восприятием, в основном, за счет увеличения яркости. Был изучен частный

случай гамма-коррекции - кусочно-линейная функция, но необходимость ввода и учета параметров для каждого из участков описания характеристики преобразования, усложняют работу [1].

Проанализирован метод эквализации гистограмм. Они являются исходным материалом для многих методов обработки изображений в пространственной области. Гистограммы очень темных изображений характеризуются тем, что ненулевые значения гистограммы сконцентрированы около нулевых уровней яркости, а для очень светлых изображений наоборот – все ненулевые значения сконцентрированы в правой части. Эквализация гистограмм легко позволяет повышать качество изображений, однако только при использовании цветового пространства HSI.

Рассмотрено также повышение качества цветных изображений за счет процедуры эквализации к каналу интенсивности [2]. На основе полученных экспериментальным способом результатов очевидно, что эквализация гистограммы в RGB канале интенсивности превосходит над всеми рассмотренными выше методами.

Библиографический список

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений. Перевод с английского под ред. П.А. Чочиа. М., ТЕХНОСФЕРА, М., 2005.-.
2. Ю.В. Визильтер, С.Ю. Желтов, В.А. Князь, А.Н. Ходорев, А.В. Моржин. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision - М. ДМК Пресс. 2007

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ СЛИТНОЙ РЕЧИ ИЗ СМЕШАННОГО АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА

Д.И. Лукьянов, А.А. Даль

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для выделения слитной речи из смешанного акустического сигнала необходимо определить параметры, по данным которых возможно будет провести эксперимент. В данном исследовании используются следующие параметры речевого сигнала: кратковременная энергия речевого сигнала, число нулей интенсивности, коэффициенты разложения в ряд Фурье, распределение энергии сигнала по частотным группам, коэффициенты линейного предсказания, мел-кепстральные коэффициенты, мгновенный уровень речевого сигнала.

Одним из наиболее эффективных методов выделения слитной речи является вычисление и анализ мел-кепстральных коэффициентов (Mel Frequency Cepstral Coefficients - MFCC). Кроме того, из-за меньшего объема данных метод зарекомендовал себя лучше, чем спектрограмма или временное представление сигнала.

Для проведения эксперимента использовалась программная среда MATLAB. В качестве исходных данных выступал набор реализаций с голосами дикторов, которые записывались в одно и то же время. Тестовые фразы представляли собой акустически взвешенные записи. Продолжи-

тельность высказывания составляла 3-5 с. В ходе эксперимента сравнивались 2 группы тестовых записей, записанные одним диктором и записи с речью различных дикторов с фоновым шумом.

В результате проведенных исследований установлено, что первые два параметра (кратковременной энергии речевого сигнала, числу нулей интенсивности) и мгновенный уровень речевого сигнала, всего лишь позволяют определить наличие речевого сигнала, но никак его не характеризуют. Поэтому их значение высоко только на стадии первичного определения. Два других же параметра характеризуют уже конкретно сам речевой сигнал поэтому являются более важными. Мел-кепстральные коэффициенты оказывают значительное влияние на определение речевого сигнала. Разброс результатов остается в пределах доверительного интервала, несмотря на посторонние шумы на записях, которые не повлияли на конечный результат. Для уменьшения ошибки определения необходимо оценивать полную совокупность результатов всех параметров. Любые посторонние шумы с достаточной мощностью могут исказить результаты и легко ошибиться, используя меньшее количество параметров для выделения речевого сигнала.

Библиографический список

1. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов. Пер. с англ.-М.:Радио и связь, 1981.
2. Пирогов А. А. Вокодерная телефония. Методы и проблемы. Москва: Связь, 1974.

ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕКТИРУЮЩИХ КОДОВ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

С.И. Сурков

Научный руководитель – Езерский В.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов вероятности ошибки при проектировании высокоскоростной радиолинии. Низкая помехозащищенность влечет за собой возникновение ошибок, что в свою очередь неблагоприятно сказывается на достоверности данных. Эту проблему можно решить, применив корректирующие коды. Данные коды не всегда могут исправить ошибку. Если совокупность ошибок перевела одну разрешённую комбинацию в другую разрешённую, то такие ошибки не обнаруживаются. Каждый код имеет определённый уровень помеховой обстановки, выше которого он не работает.

Корректирующими кодами являются только коды, которые несут в себе избыточность. Суть нахождения ошибок в полученной комбинации заключается в том, что для передачи информации применяются не все возможные кодовые комбинации, а только небольшая их часть. Применяемые комбинации именуется разрешёнными, а оставшиеся запрещёнными.

При воздействии помех передаваемая разрешённая комбинация превращается в одну из запрещённых, таким образом обнаруживается случаи

ошибок или ошибки. Если же совокупность ошибок окажется такой, что переданная разрешённая комбинация превратится в одну из других разрешённых, то такие ошибки не будут обнаружены. Как только ошибка обнаружена, по обратному каналу на передающую сторону отправляется запрос на повторную передачу комбинации, в которой обнаружена ошибка. Если же обратный канал в системе не предусмотрен, то информация просто теряется. Как следствие, в системах без обратного канала используют коды, которые позволяют не только обнаружить, но и исправить ошибку.

Всё разнообразие кодовых комбинаций N разделяется на K непересекающихся подмножеств, приписываемых своим отдельным символам источника. Разделение выполняется так, чтобы при декодировании запрещённых комбинаций восстановить ту из разрешённых, которая могла быть передана с наибольшей вероятностью.

Библиографический список

1. Блейхур Р. Теория и практика кодов, корректирующих ошибки / Блейхур Р.: пер. с англ. – М.: Мир, 1986.-567с.
2. Банкет В.Л. Сигнально-кодовые конструкции в телекоммуникационных системах. Одесса: Феникс - 2009. С. 39-41.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭМС СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ ПУТЁМ КООРДИНАЦИИ ЗЕМНЫХ И БОРТОВЫХ СТАНЦИЙ

А.Е. Нуйкина

Научный руководитель – Егоров А.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Практически все системы связи и как следствие оборудование, входящее в их состав подвержены электромагнитным помехам. Кроме того, не стоит забывать о повышении плотности использования радиочастотного ресурса: радиочастотные диапазоны становятся всё более и более загружены. Относительно актуальности обеспечения ЭМС спутниковые системы связи не являются исключением. Спутники работают на не совпадающих частотах и как следствие, это приводит к загрузке частотного диапазона, а также к возникновению помех как для спутниковых систем связи, так и для стационарных радиолиний.

При работе в общих полосах частот нескольких космических радиослужб, использующих геостационарные спутники стоит учитывать возможность возникновения помех с нескольких направлений: сигналы, излучаемые антенной первого спутника на частотах направления космос-Земля, могут поступать на приемник ЗС второго спутника и создавать помехи полезным сигналам, принимаемым этой станцией от своего спутника. Сигналы, излучаемые антенной ЗС одного спутника на частотах направления Земля-космос, могут приниматься приемником второго и создавать помехи полезным сигналам, принимаемым этой станцией от своей ЗС. Это аналогично и для второго спутника. В качестве способа снижения взаимных помех здесь может быть рассмотрен метод межсистемной координации космических станций путём измерения шумовых температур бортовых систем.

Суть данного метода состоит том, что чем сильнее воздействие мешающего излучения, тем выше шумовая температура системы. При его использовании необходимо учитывать значения коэффициентов усиления антенн космических станций. Коэффициенты усиления антенн рассчитываются исходя из характеристик бортовой аппаратуры, соответствующих установленным нормам.

При проектировании спутниковой системы связи стоит особое внимание уделить расположению её земных станций. Располагаемые земные станции нередко попадают в зоны влияния на них радиорелейных линий. Предварительно необходимо провести оценку загруженности радиостанциями в выбранной местности: оценить их количество, указать частоты, на которых работают станции, место расположения, мощности и направления излучения, и главным образом, оценить степень влияния помех на другие объекты для последующей координации земной станции. Для анализа степени влияния помех на соседние станции также проводятся расчёты энергетических потенциалов радиолиний, величина которых зависит от энергетических характеристик передатчиков и приёмников. Далее при прогнозе неблагоприятного помехового воздействия рассчитывается координационная зона и координационное расстояние земной станции с целью поиска наиболее выгодного расположения[1].

Библиографический список

1. Ефанов В.И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: учеб. пособие для вузов / В.И. Ефанов, А.А. Тихомиров. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), 2012. — 228 с.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ CELP ПРИ ДЕЙСТВИИ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ

В.Т. Дмитриев, В.А. Беликов

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из важнейших задач современных систем обработки и передачи речевых сигналов являются задача разработки алгоритма кодирования с низкой скоростью передачи, обеспечивающую хорошее качество восстановленного сигнала в реальной помеховой обстановке. CELP является одним из наиболее распространенных алгоритмов кодирования передаче речевого сигнала в диапазоне скоростей от 4 до 6 кбит/с [1]. В то же время, авторам не известны полноценные исследования и модификации данного алгоритма для русского языка.

Исследовано влияние субъективного качества восстановленного речевого сигнала от и количества бит, выделенных для передачи указанных параметров алгоритма CELP. Для оценки качества речи использовались девять тестовых акустически взвешенных фраз, приведенных в ГОСТ Р 50840-95 [2]. При проведении экспериментальных исследований использовались акустические шумы (АШ) трех классов: широкополосные, узкополосные и импульсные. Для оценки качества речи использовались девять

тестовых акустически взвешенных фраз, приведенных в ГОСТ Р 50840-95 [2]. Записанная с помощью микрофона фраза преобразовывалась программным конвертором с частотами дискретизации 8 кГц и разрядностями квантования 13. Далее на речевой сигнал накладывался АШ с определенным уровнем, что бы обеспечить необходимое отношение сигнал-шум (ОСШ) для смеси сигнала и АШ (20, 18, 16, 14 дБ). Полученная смесь поступала на кодер, а затем на декодер CELP. Восстановленный речевой сигнал поступает на акустические колонки где в соответствии с ГОСТ Р 50840-95 [2] бригадой audитором производится оценка качества речи в баллах.

Показано, что уменьшение параметра анализа линейного предсказания до 10 бит не дает изменения в качестве передаваемой речи. Для повышения оценки предлагается увеличить точность передачи двух основных коэффициентов путем кодирования с большей разрядностью. Показано, что увеличение количества бит на передачу коэффициента усиления с 13 до 18 позволило повысить оценку на 0,3 балла. Увеличение количества передаваемых бит для коэффициента фильтра основного тона с 13 бит до 19 бит позволяет повысить качество на 0,5 баллов согласно ГОСТ Р 50840-95.

Таким образом было определено количество бит для передачи параметров алгоритма CELP, обеспечивающий повышение в оценке качества РС при воздействии на него шумов на 0,8 балла согласно ГОСТ Р 50840-95 при увеличении скорости на 0,4 кбит/с.

Библиографический список

1. Общие аспекты цифровых систем передачи; оконечное оборудование. Рекомендации G.711, G.721, G.722, G.723, синяя книга, том III – Выпуск III.4, Мельбурн, 1988. – с.175-185, 231-359.
2. ГОСТ Р 50840-95 «Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости».

МЕТОДИКА ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

А.С. Чекренёва

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

к.т.н, доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В системах передачи РС особое внимание уделяют качеству. В данном случае к качеству РС можно отнести разборчивость, узнаваемость и сохранность всех особенностей речи конкретного человека [1].

Под акустической обстановкой в общем смысле понимается совокупность акустических событий, таких как звуки транспорта, музыки, других людей и т.д. К наиболее опасным для человека воздействиям можно отнести высокочастотный шум, который в том числе вносит помехи в канал связи.

Существуют различные критерии объективной оценки качества восстановленного РС [2]: среднеквадратическая ошибка (СКО), критерий отношения сигнал-шум (ОСШ), анализ корреляционной характеристики, расстояние Итакура-Саито (ISD) и Кепстральное расстояние (CD), спектральное искажение барков DSD (Bark Spectral Distortion), модифицированное искажение спектра барков MBSD (Modified BarkSpectral Distortion), крите-

рий LPC – спектральная разница огибающей между чистым входным сигналом и обработанным или поврежденным сигналом, взвешенный спектральный склон WSS, метод AI-ST делит сигнал на короткие (30 мс) сегменты данных, вычисляет AI для каждого сегмента и в среднем сегментарные значения AI над всеми фрагментами анализа, квадрат величины когерентности MSC:

В качестве субъективной оценки качества рассмотрены оценки MOS (Mean Opinion Score), которая является одним из субъективных методов оценки качества и определяется в рекомендации P.800 МСЭ-Т для нахождения оценки качества передачи речи, а также оценки согласно ГОСТ Р 50840-95, который устанавливает нормы качества передачи РС и методы измерений.

При проведении субъективного анализа качества РС оценка ниже трех баллов затруднена, так как отсутствует единый метод проведения анализа. Для расширения диапазона выставляемых оценок разработана особая методика оценки от трех до единицы. В качестве подобной методики рассмотрим методику сравнений, при которой необходимо разбить отдельные образцы на отдельные категории. Для этого:

1) осуществляется предварительная оценка качества образцов согласно ГОСТ Р 50840-95;

2) так как согласно ГОСТ Р 50840-95 сложно оценить качество образцов ниже трех баллов, они выделяются в отдельный класс;

3) производится расстановка образцов в классе качества от 3 до 1 балла по возрастанию качества;

4) образцам присваиваются оценки согласно расстановки в классе методом сравнения с предыдущими образцами по принципу «лучше-хуже» в соответствии с диапазоном оценки класса.

Достоинством данной методики является более высокая точность оценки по сравнению с ГОСТ Р 50840-95, а недостатком - необходимость наличия базы данных большого объема.

Библиографический список

1. Дмитриев В.Т., Константинова Д.С. Алгоритм комплексной оценки качества речи в канале связи//Вестник РГРТУ. - 2016. - №3-57

2. Шелухин О. И., Лукьянцев Н. Ф. Цифровая обработка и передача речи. – М.: Радио и связь, 2000. – С 456.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ГОЛОСУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ГАУССОВЫХ СМЕСЕЙ

Д.И. Лукьянов, А.С. Михайлова

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

У каждого человек свои индивидуальные голосовые характеристики [1]. Во время общения люди способны на подсознательном уровне различать голоса других людей, однако вычислительная техника не может полностью решить данную задачу с помощью простых методов.

Более 40 лет назад была поставлена задача определения личности человека по его индивидуальным голосовым характеристикам. Стоит отметить, что исследования в этой области продолжаются и в настоящее время [1] и в последние годы наблюдается тенденция к повышению качественных характеристик систем распознавания речевой информации, однако основная проблема автоматической идентификации диктора по голосу еще не решена. Поэтому сейчас актуален поиск новых решений в данной области, но не следует забывать про существующие алгоритмы и их оптимизацию.

Модели гауссовых смесей хорошо себя зарекомендовали в качестве стохастической модели для построения систем распознавания [2]. Они удобны не только для моделирования характеристик голоса диктора, но и канала звукозаписи, окружающей среды. Каждая из компонент модели отражает некоторые общие, но индивидуальные для каждого диктора особенности голоса.

Именно поэтому данный подход можно успешно применять для решения задачи идентификации диктора.

Модель гауссовых смесей представлена в виде взвешенной суммы M компонент и может быть описана выражением [3]:

$$P(\bar{x}|\lambda) = \sum_{i=1}^M p_i b_i(\bar{x}),$$

где \bar{x} – D -мерный вектор случайных величин, $p_i, 1 \leq i \leq M$ – веса компонент модели, $b_i, 1 \leq i \leq M$ – функции плотности распределения составляющих модели:

$$b_i(\bar{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{D/2} |\Sigma_i|^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(\bar{x}-\bar{\mu}_i)^T \Sigma_i^{-1}(\bar{x}-\bar{\mu}_i)\right\},$$

где $\bar{\mu}_i$ – вектор математического ожидания и Σ_i – ковариационная матрица.

Векторы математического ожидания, ковариационные матрицы и веса смесей полностью определяют модель гауссовой смеси для каждого компонента модели.

При использовании данного метода каждый диктор представляется моделью гауссовых смесей λ .

В эксперименте принимали участие 9 дикторов, каждый из которых произносил по 9 фраз. Общее число реализаций 81. Записи производились в одно и то же время. Дикторы находились в спокойном состоянии, что позволяет свести к минимуму ошибки, возникающие из-за изменения голоса под действием внешних факторов. В качестве тестовых фраз выступали акустически взвешенные записи, рекомендованные ГОСТ Р 50840-95. Частота дискретизации составляла 8 кГц, разрядность квантования – 16 бит. Продолжительность обучающего и тестового высказывания примерно 3-5 с. Для определения оптимального числа компонент сравнивались модели с числом компонент 2,3,4,5,6,7,8.

В результате проведения эксперимента установлено, что наиболее эффективное число компонент равно 5, так как с дальнейшим увеличением данного компонента увеличение вероятности идентификации человека по РС пренебрежимо мало, в то время как уменьшение числа компонент при-

водит существенному снижению вероятности идентификации. Предложенная реализация алгоритма на основе модели гауссовой смеси позволяет производить корректную идентификацию с вероятностью до 75 %.

Библиографический список

1. Doddington George. Speaker recognition: Identifying people by voice TIIEE. – 1985. – № 11 (73)
2. Atal B. Automatic recognition of speakers from their voices Proc. IEEE. 1976. Vol. 64. Pp. 460-475.
3. Методы автоматического распознавания речи. Под редакцией У.Ли. М.: МИР, 1983.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ ПАКЕТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА ПРИ КОДИРОВАНИИ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

О.С.Филипенко

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Использование современных методов обработки речи приводит к избыточности передаваемой информации и соответственно к увеличению скорости передачи информации, поэтому разрабатываются и совершенствуются алгоритмы кодирования речи для того, чтобы добиться высокого качества при низкой скорости передачи.

Применение вейвлет-пакетного разложение для кодирования речи нашло широкое применение, так как вейвлеты являются базисными функциями и локализованы как в частотной области, так и во временной области. Использование представления Хургина-Яковлева позволяет уменьшить ошибки, которые возникают при кодировании речевых сигналов. По сравнению с классическими алгоритмами восстановления сигналов, основанные на теореме Котельникова, алгоритм восстановления сигналов на основе представления Хургина-Яковлева обеспечивает возможность отдельной обработки как сигнала с верхней частотой спектра F , так и $N-1$ его первых производных, взятых с частотой дискретизации равной $2F/N$. При реализации синтезирующих фильтров выполненных с помощью представления Хургина-Яковлева, можно добиться более простую форму амплитудно-частотной характеристики. Эти обстоятельства позволяют уменьшить ошибки при кодировании речевых сигналов.

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с ГОСТ Р 50480-95 «Передача речи по трактам связи: метод оценки качества, разборчивости узнаваемости». Для проведения эксперимента был собран материал из 10 записей дикторов разного пола в возрасте от 18 до 30 лет. Для качественного оценивания восстановленного сигнала была задействована бригада, состоящая из 15 аудиторов. Оценка была получена усреднением результатов согласно ГОСТ Р 50480-95. В качестве алгоритма кодирования рассматривался алгоритм, основанный на вейвлет-пакетном разложении (ВПР) и представлении Хургина-Яковлева. В данном исследо-

вании применялись вейвлет Хаара и Добеши второго порядка. В первом случае кодирование осуществлялось на основе ВПР и представлении Хургина-Яковлева, во втором случае на основе ВПР.

В результате экспериментальных исследований показано, что при использовании вейвлет-пакетного разложения и представления Хургина-Яковлева качество речи составило 4.1 при использовании вейвлета Хаара и 4.0 – Добеши второго порядка, при скорости передачи 7 Кбит/сек. Без применения Хургина-Яковлева, качество речи при той же скорости уменьшилось на 0.2 балла согласно ГОСТ Р 50480-95. Вторая часть эксперимента проводилась при тех же условиях, только с зашумленным сигналом. В результате эксперимента показано, что при использовании ВПР и представлении Хургина-Яковлева качество речи не изменилось, тогда как при использовании ВПР качество ухудшается на 0.2 балла согласно ГОСТ Р 50480-95.

ВЕЙВЛЕТ-СЖАТИЕ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УЛИЧНОГО НАБЛЮДЕНИЯ

П.С. Лушников, Р.Д. Крылов

Рязанский государственный радиотехнический университет

В современном информационном мире значительную часть занимают цифровые изображения. Широкое использование цифровых изображений обусловило интерес к разработке эффективных алгоритмов сжатия.

Различают алгоритмы сжатия изображений с потерями и без потерь. Первые представляют наибольший интерес, поскольку позволяют добиться значительной степени сжатия без существенного ухудшения качества изображения.

Наиболее известными стандартами являются JPEG и JPEG 2000. В системах уличного наблюдения часто приходится сталкиваться с задачей выбора оптимального алгоритма сжатия для конкретной задачи. Однозначного и простого решения данной задачи не существует. Много зависит от того, для чего нужна система наблюдения.

Принципиальное отличие системы JPEG-2000 на основе вейвлетов от системы JPEG на базе дискретно косинусного преобразования заключается в отсутствии этапа разделения изображения на маленькие преобразования, что позволяет устранить артефакты блочности при высокой степени сжатия.

JPEG 2000 представляет собой стандартизованную в общих чертах версию вейвлет-преобразования, позволяющую помимо уменьшения ошибки реконструкции, значительно улучшить качество изображений. Применение дискретного вейвлет-преобразования в решении задачи сжатия статистических и динамических изображений являются наиболее эффективными.

В докладе приведен сравнительный анализ вейвлет-базисов с применением пакета Image Processing Toolbox системы MATLAB R 2010a. Сжатию подлежат стандартные тестовые полутоновые изображения размером 512×512 взятые с сайта www.imageprocessingplace.com.

По итогам сравнения графиков зависимости пикового отношения сигнал/шум от количества значимых коэффициентов, характеризующего качество реконструированного изображения, был сделан вывод, что использование детерминированных базисов наиболее актуальнее базисов, вычис-

ленных с использованием статистических критериев, что объясняется высокой сложностью вычисления в задачах сжатия изображений. Также необходимо отметить, что из рассмотренных в работе методов лучшие результаты показали методы основанные на дискретном вейвлет-преобразовании. Перспективность дискретного вейвлет-преобразования объясняется его гибкостью, возможностью конструирования базисов с заданными характеристиками, хорошими декоррелирующими свойствами и быстрыми алгоритмами вычисления.

Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2005. 1072 с.
2. Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов: Пер.с англ. – М.: Мир, 2005. – 671 с., ил.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ЭМС ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

В.В. Благонадеждин

Научный руководитель – Егоров А.В.,

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В данном докладе рассматривается анализ методов и моделей оценки ЭМС.

В основе решения задачи оценки ЭМС лежит схема, представленная на рисунке 1:

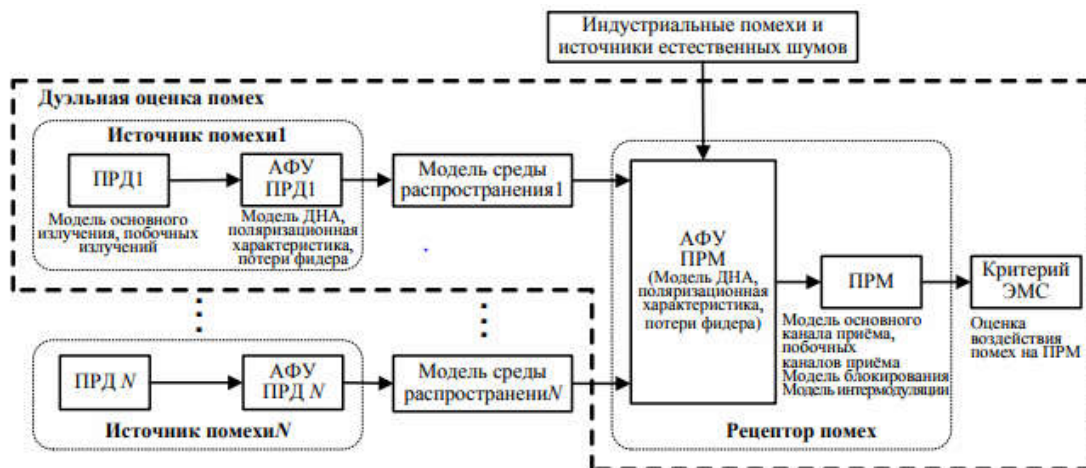


Рис. 1 – Схема анализа РЭС

Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств – способность РЭС одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с заданным качеством при воздействии на них непреднамеренных радиопомех и не создавать недопустимых радиопомех другим РЭС. Для решения задачи анализа ЭМС можно выделить детерминированный и статистический подходы [1].

При использовании статистических моделей и подхода к оценке ЭМС задаются статистические распределения частоты, мощности излучений, координат местоположения, характеристики направленности антенн и др. По заданным статистическим распределениям параметров РЭС определяется статистическая ЭМО и производится оценка воздействия данной ЭМО на функционирование систем и средств связи.

Статистический подход позволяет определить вероятность выполнения заданных критериев ЭМС РЭС [2].

При детерминированном подходе величины, отражаемые моделью характеристики излучений ПРД, моделью антенно-фидерного устройства (АФУ), моделью среды распространения радиоволн, моделью характеристики избирательности по каналам приёма, а также процессы взаимодействия РЭС являются детерминированными [2].

Библиографический список

1. ГОСТ 23611-79. Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Термины и определения. – Введ. 1980-07-01. – 2005.
2. Альтер, Л.Ш. Зоны помех интермодуляции в сотовых системах радиосвязи / Л.Ш. Альтер // Радиотехника. – 2001. – №4. – С. 37-39.

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ПАНОРАМНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ СФЕРЫ ИЛИ ЦИЛИНДРА

А.М. Кузнецов

Научный руководитель – Холопов И.С.,

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается решение задачи увеличения поля зрения обзорных оптико-электронных систем и систем оптической навигации [1].

Для расширения поля зрения возможно применение сверхширокоугольных объективов типа «рыбий глаз» либо построение катадиопртрических систем [2, 3]. Основными недостатками данного подхода являются большая дисторсия формируемого камерой изображения и его неравномерное разрешение.

Альтернативным способом расширения поля зрения, свободным от указанных недостатков, является применение нескольких камер с различными углами визирования с последующим объединением («сшивкой», от англ. «stitching») их кадров в единое изображение – панораму. Для минимизации проективных искажений, вызванных различными ракурсами съёмки, в [4] отмечается целесообразность формирования панорамы на виртуальной поверхности равномерной кривизны. Объединение может осуществляться как по особым точками и их дескрипторам [4], так и по результатам предварительной калибровки по тест-объекту [5]. В докладе рассматривается второй вариант, поскольку он сохраняет работоспособность при мало-контрастных сценах и в условиях плохой видимости.

Алгоритм формирования панорамы с предварительной калибровкой камер содержит следующие основные этапы:

- попарная калибровка относительно одной из камер, выбранной в качестве опорной [6];

- оценка матрицы проекции i -й камеры по формуле $\mathbf{P}_i = \mathbf{K}_i[\mathbf{R}_i | \mathbf{t}_i]$, где \mathbf{K}_i – матрица внутренних параметров, \mathbf{R}_i – матрица поворота, \mathbf{t}_i – вектор параллельного переноса;

- преобразование нормированных координат пикселей панорамного кадра в сферические координаты (углы курса и тангажа);

- проецирование точек с вычисленными на предыдущем шаге алгоритма угловыми координатами с поверхности виртуальной сферы или цилиндра единичного радиуса на матрицу каждой камеры и компенсация дисторсии;

- при попадании проекций точки на кадры нескольких камер выбор пиксельных координат одной из них (например, по критерию минимума угла между направлением на точку и оптической осью камеры);

- интерполяция значения яркости (по критерию ближайшего соседа, билинейная или бикубическая).

Работа алгоритма исследовалась на макете, состоящем из двух Web-камер Logitech C270 (размер кадра 1280×720 пикселей, интерфейс USB 2.0) и ПЭВМ с процессором IntelCore-i5. Камеры макета были откалиброваны по тест-объекту типа «шахматная доска» (9×6 клеток, размер клетки 3×3 см) с применением библиотек OpenCV; для оценивания матриц \mathbf{K}_i и коэффициентов дисторсии каждой камеры использовалось 40 кадров с изображением тест-объекта; для оценки взаимного положения камер (параметры \mathbf{R}_i и \mathbf{t}_i) – 30 кадров.

Асимптотическая временная сложность (вычислительная сложность) алгоритма формирования панорамного изображения составляет $O(n^2)$ и для вычисления значения яркости одного пикселя с применением билинейной интерполяции требует выполнения $N_{\text{ЭВО}} = N_{\text{пикс}} N_{\text{к}} W H$ элементарных вычислительных операций (ЭВО), где $N_{\text{ЭВО}}$ – общее количество ЭВО, $N_{\text{пикс}} = 455$ – количество ЭВО на 1 пиксель, $N_{\text{к}}$ – количество камер, W – ширина кадра, H – высота кадра (без учета операций на реализацию итеративной процедуры коррекции дисторсии).

Библиографический список

1. Кириллов С.Н. Интеллектуальная система жизнедеятельности мобильного наземного робототехнического комплекса / С.Н. Кириллов, В.М. Бердников, В.М., И.В. Косткин, П.С. Покровский, Д.С. Семин, Д.И. Лукьянов, Э.В. Акопов, А.А. Лисничук, А.В. Елютин, И.В. Лукашин // Вестник РГРТУ. – 2017. – №60. – С. 7-16.

2. Wang X. Research on Virtual 3D Station based on Images / X. Wang, K. Wu, Y. Cheng // Applied Mathematics & Information Sciences. – 2013. – Vol. 7, No. 1L. – P. 225-231.

3. Szeliski R. Image alignment and stitching: a tutorial / R. Szeliski // Found. Trends. Comput. Graph. Vis. – 2006. – Vol. 2, no. 1. – P. 1-109.

4. Kweon G. Folded catadioptric panoramic lens with an equidistance projection scheme / G. Kweon, K.T. Kim, G.-H. Kim, H.-S. Kim // Applied Optics. – 2005. – Vol. 44. – P. 2759-2767.

5. Широков Р.И. Увеличение углов поля зрения составной веб-камеры методом склеивания изображений / Р.И. Широков, В.И. Алехнович // Контентант. – 2014. – № 4. – С. 10-23.

6. Hartley R. Multiple view geometry in computer vision / R. Hartley, A. Zisserman: 2nded. – Cambridge: Cambridge University Press, 2003. – 655 p.

АЛГОРИТМ ПОДАВЛЕНИЯ ДРОЖАНИЯ ВИДЕОДАНЫХ

С.Н. Кириллов, И.В. Косткин, А.В. Елютин

Рязанский государственный радиотехнический университет

Особенности эксплуатации систем получения и обработки видеоданных зачастую связаны с проявлением негативных факторов, одним из которых является наличие артефакта дрожания кадра видеопоследовательности. Причиной появления данного артефакта является непреднамеренное смещение видеосенсора от запланированного положения. Смещение является незначительным относительно размеров получаемого изображения, однако приводит к резкому повышению подвижности всей сцены, что вызывает неудобства при просмотре, усталость глаз и снижение внимания к мелким деталям изображения.

В работе [1] было представлено описание алгоритма подавления дрожания видеоизображения. Вычисление особых точек и их дескрипторов производилась с помощью детектора-дескриптора SURF [2]. Реализация алгоритма осуществлялась в среде Matlab, которая обладает удобными инструментами для оценки параметров работы алгоритма, однако не позволяет добиться желаемой производительности. С целью достижения высокой скорости обработки видеопоследовательности, для реализации представленного алгоритма использовался язык C++ с библиотекой машинного зрения OpenCV (3.2.0).

Библиотека OpenCV [3] написана на языках C/C++, кроме того, поддерживается рядом других популярных языков, такими как Python, Java, Ruby и др. Может свободно использоваться в академических и коммерческих целях. Поддерживает ряд платформ: Windows (в том числе RT для устройств на базе ARM), Linux, Android, Mac OS, iOS, имеются средства для генерации кода под GPU (CUDA, OpenCL).

OpenCV имеет модульную структуру, каждый модуль содержит набор классов и функций для конкретных задач и может использоваться независимо от других модулей. Для решения поставленной задачи использовались следующие модули:

- opencv_core – включает в себя базовые структуры и классы, вычисления (математические функции, генераторы случайных чисел) и линейную алгебру;
- opencv_highgui – простой пользовательский интерфейс;
- opencv_videoio – ввод/вывод изображений и видео;
- opencv_features2d – модуль для работы с точечными особенностями изображений;
- opencv_xfeatures2d – модуль содержащий расширенную функциональность для работы с точечными особенностями изображения.

Предложенный алгоритм позволяет значительно снизить влияние эффекта дрожания на качество видеопоследовательности, однако он не лишен

недостатков. Одним из таких недостатков является неэффективное применение детектора при определении пар особых точек [2] на соседних кадрах. В работе предлагается вариант улучшения алгоритма подавления дрожания кадра для снижения числа вычислений при сохранении работоспособности применяемого метода.

При наличии дрожания видеопоследовательности происходит быстрое изменение сцены, которое, как правило, имеет небольшую амплитуду смещения относительно ширины и высоты кадра. На основе этого имеется возможность использовать информацию о расположении особых точек из ранее обработанной последовательности кадров. Среди априорно известных параметров при применении процедуры детектирования к поступившему в обработку кадру следует выделить:

- координаты центра области поиска точечных особенностей изображения;
- размер фильтра, с помощью которого предположительно будет обнаружена особая точка в области поиска;
- размер области поиска на основе размера применяемого фильтра.

Исходя из перечисленных сведений целесообразно применить следующую модификацию алгоритма:

1. Повышение порогового значения метрики, при котором выносится решение о принадлежности точки к числу особенностей. Для детектора-дескриптора SURF этой метрикой является порог Гессиана (Hessian threshold). Повышение порога сокращает число обнаруженных особенностей, однако повышает вероятность того, что они будут повторно детектированы на следующем кадре.

2. Применение локального детектирования вблизи обнаруженных ранее особенностей с известными параметрами обнаружения (размер фильтра и размер области поиска).

Эффективность модификации алгоритма построения созвездий оценивалась исходя из числа вычислений Гессиана на кадре, полученном из тестовой видеопоследовательности с дрожанием. При одинаковом числе сопоставленных особых точек, число вычислений Гессиана сократилось в 3,4 раз по сравнению с прямым детектированием на всем изображении [3]. Кроме того, реализация с использованием OpenCV дает выигрыш в скорости вычислений до 7 раз при получении идентичного визуального результата, как в варианте реализации с использованием Matlab.

Библиографический список

1. Елютин А.В. Программный алгоритм устранения дрожания видеоизображения. // XX Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях» (НИТ-2015), г. Рязань, РГРТУ, 2015, материалы конференции, с. 124-124

2. H. Bay, T. Tuytelaars, L. van Gool SURF: Speeded Up Robust Features. – Proceedings of the 9th European Conference on Computer Vision, Springer LNCS vol 3951, part 1, 2006. pp.404–417.

2. Косткин И.В., Елютин А.В. Метод математической обработки видеоданных с целью устранения дрожания кадра // XXVII Международная на-

учно-техническая конференция «Математические методы в технике и технологиях» (ММТТ-28), г. Рязань, РГРТУ, 2015, материалы конференции, с. 113-115.

СИСТЕМА АКУСТИЧЕСКОГО И СЕЙСМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФОНО-ЦЕЛЕВОЙ ОБСТАНОВКИ В ИНТЕРЕСАХ ОХРАНЫ ВЫСОКООТВЕТСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

С.Н. Кириллов, В.М. Бердников, Э.В. Акопов

Рязанский государственный радиотехнический университет

Система акустического и сейсмического анализа фоно-целевой обстановки (АСАФО), может использоваться при решении следующих задач:

- охраны особо важных стационарных объектов гражданского и военного назначения;
- разведки оперативной обстановки в интересах подразделений силовых структур при перемещении или непосредственно входе боевых действий;
- сигнализации и разведке дальних подступов к зоне охраны в интересах подразделений силовых структур находящихся на позициях;
- охранного патрулирования на незнакомой территории.

Данная система осуществляет обнаружение звуковых и сейсмических колебаний, локализацию (определение координат) и классификацию их источников – подвижных потенциально опасных объектов вблизи защищаемой территории.

На рисунке 1 представлена структурная схема АСАФО, включающая стационарные модули (СМ), установленные на местности и мобильные модули (ММ), расположенные на борту движущихся объектов (автомобилей, мобильных роботов и т.д.). Модули осуществляют передачу информации, представленной координатами и классом цели на пункт управления для дальнейшего анализа и принятия решений.

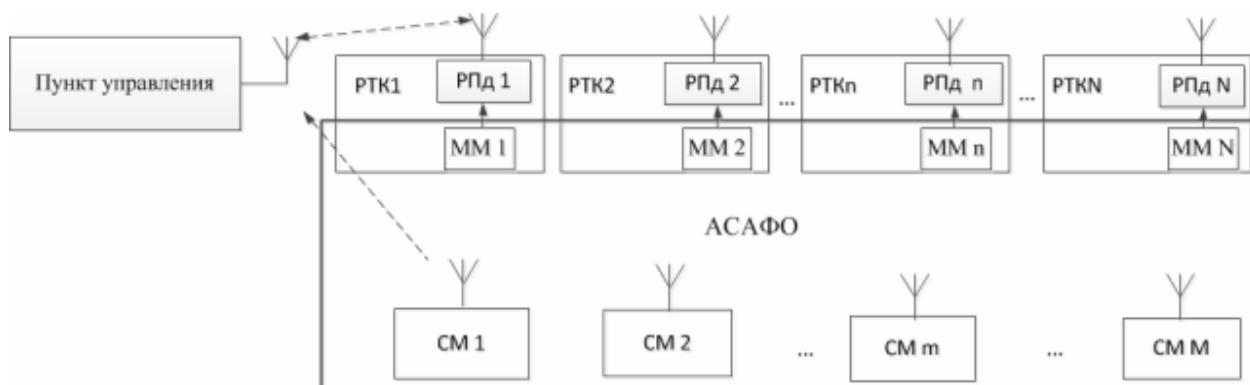


Рис.1 – Структурная схема системы АСАФО

Стационарный модуль АСАФО включает набор из четырех акустических датчиков (АД), сейсмический датчик (СД), цифровой сигнальный процессор, в также радиопередатчик (рисунок 2). Мобильный модуль АСАФО включает 8 акустических датчиков, расположение которых зависит от конкретного вида РТК и предполагает наилучшее значение геометрического фактора при учете переотражений и затенений, обусловленных элементами конструкции несущего аппарата.

Алгоритм работы системы АСАФО представлен на рисунке 2 и включает предварительное исследование естественных шумов окружающей местности в целях последующего снижения их влияния, обнаружение интенсивных коротких звуков (ИКЗ) и посторонних шумов с последующей классификацией их источника и определением его координат (локализацией).



Рис.2 – Алгоритм системы АСАФО

Для обнаружения ИКЗ применялась цепочка цифровых фильтров [1], на выходе которых формировалось решение в результате сравнения с пороговыми значениями, полученными с использованием баесова критерия [2] при исследовании естественных шумов окружающей местности. В то же время обнаружение посторонних шумов производится при превышении средней мощности колебаний за некоторый период определенного порога, также полученного на предварительном этапе работы системы АСАФО.

В целях демонстрации принципов работы системы АСАФО разработан макет, включающий только СМ (4 экземпляра) содержащих по одному АД. Акустический сигнал оцифровывался с помощью платы аудиоинтерфейса и в цифровом виде передавался по шине USB в переносной компьютер, используемый в качестве главного вычислителя системы АСАФО. Исследование характеристик данного макета в помещении (лаборатория площадью 105 кв. м.) привели к следующим результатам:

- вероятность правильного обнаружения ИКЗ составила $PD=97\%$;
- вероятность правильного обнаружения постороннего шума $PD=90\%$;
- СКО ошибки локализации источника ИКЗ составило $\sigma = 0,8$ м.

При этом АД были расположены по линии длиной $L=15,6$ м; при максимальной дальности источника ИКЗ от центра группы $R=10,1$ м.

В то же время на открытом участке городской местности (стадион) при расположении АД по линии длиной $L=30$ м; и максимальной дальности источника ИКЗ от середины группы $R=32,1$ м получены следующие результаты:

- вероятность правильного обнаружения ИКЗ составила $PD=87\%$;
- вероятность правильного постороннего шума составила $PD=82\%$;
- СКО ошибки локализации источника ИКЗ составило $\sigma = 1,6$ м.

Можно увидеть, что в городской местности ввиду действия посторонних шумов несколько ухудшаются характеристики системы АСАФО. В то же время результаты исследования позволяют сделать вывод, что система АСАФО может быть использована в интересах охраны высокоответственных объектов для обнаружения, классификации и локализации потенциальных злоумышленников.

Библиографический список

1. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. - СПб.: Питер, 2002
2. Л. Закс Статистическое оценивание. / Пер. с нем. В.Н. Варыгина/ Под ред. Ю.П. Адлера, В.Г. Горского. – М.: Статистика, 1976. – 598 с.
3. Кириллов С.Н, Бердников В.М., Косткин И.В., Акопов Э.В., Елютин А.В. Видеопозиционирование робототехнических комплексов с использованием системы технического зрения в условиях урбанизированной местности. Доклады 18-й МНТК «Цифровая обработка сигналов и ее применение – DSPA-2016», в 2-х томах. Т.2, Москва, 2016. С. 843-846

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФАЗОВЫХ
ДИСКРИМИНАТОРОВ OQPSK-СИГНАЛОВ ДЛЯ ПРИЕМА
СПЕКТРАЛЬНО-ЭФФЕКТИВНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ**

П.С. Покровский

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время в интересах космических систем передачи информации активно развиваются методы универсального формирования и обработки радиосигналов. В основе этих методов лежит технология программно-определяемого радио. Подобная унификация радиотракта позволяет реализовать адаптивное изменение структуры радиотракта в зависимости от текущей сигнально-помеховой обстановки. Однако главным недостатком большинства исследований, проводимых в данном направлении, является априорное ограничение класса реализуемых сигналов известными видами модуляции. При этом в процессе адаптации при переходе между итерациями происходит резкое изменение параметров радиотракта, что сопровождается паузами в процессе передачи данных и тем самым снижает скорость информационного обмена. Другим проявлением указанного недостатка является относительно низкая структурная скрытность системы передачи информации из-за использования ограниченного заранее известного набора сигналов.

Альтернативным методом унификации узлов радиотракта является применение универсального формирователя спектрально-эффективных радиосигналов, основанный на введении управляемой связи между синфазной и квадратурной составляющими [1, 2]. При этом на приемной стороне требуется применение согласованных алгоритмов обработки сигналов, в том числе и фазовых дискриминаторов системы автоподстройки частоты. Так как получаемые на выходе универсального формирователя радиосигналы могут быть представлены совокупностью OQPSK-сигналов [3], то представляется целесообразным анализ применения фазовых дискриминаторов OQPSK-сигналов для решения данной задачи. Таким образом целью данной работы является исследование эффективности применения фазовых дискриминаторов OQPSK-сигналов для приема радиосигналов универсальных блоков формирования спектрально-эффективных сигналов с управляемой связью между синфазной и квадратурной составляющими.

Рассмотрены четыре известных фазовых дискриминатора OQPSK-сигналов, которые применяются в зарубежных космических системах передачи информации [4, 5]. Генерируемые на выходе данных устройств сигналы ошибки описываются выражениями:

$$\begin{aligned} e_1(k) &= Q(k) \operatorname{th}[I(k)] - I(k+1/2) \operatorname{th}[Q(k+1/2)], \\ e_2(k) &= Q(k) \operatorname{sign}[I(k)] - I(k+1/2) \operatorname{sign}[Q(k+1/2)], \\ e_3(k) &= \operatorname{th} I(k-1/2) Q(k) - I(k-1/2) \operatorname{th} Q(k), \\ e_4(k) &= \operatorname{sign} I(k-1/2) Q(k) - I(k-1/2) \operatorname{sign} Q(k), \end{aligned}$$

где sign и th – знаковая функция и функция гиперболического тангенса соответственно, $I(k)$ и $Q(k)$ – отсчеты на выходах согласованных фильтров синфазного и квадратурного каналов соответственно в момент времени kT (T – период следования информационных символов).

В ходе проведенного компьютерного моделирования для представленных выше выражений получены дискриминационные характеристики для случая использования спектрально-эффективных радиосигналов с управляемой связью между синфазной и квадратурной составляющими. В результате анализа данных характеристик показано, что использование ошибки $e_1(k)$ в алгоритмах обработки спектрально-эффективных радиосигналов обеспечивает наибольшую устойчивость и однозначность оценки фазы несущего колебания. Применение ошибки $e_4(k)$ позволяет построить относительно простую систему синхронизации, устойчивую к изменениям в параметрах A_1 и A_2 спектрально-эффективных радиосигналов.

Библиографический список

1. Кириллов С.Н., Покровский П.С. Программно-управляемый квадратурный формирователь спектрально эффективных видов радиосигналов на основе «зависимых» последовательностей импульсов // Вестник РГРТУ, №2, выпуск 36, 2011. С. 24-27.
2. Покровский П.С. Уражок О.А. Алгоритм формирования спектрально-эффективных радиосигналов на основе нелинейного представления взаимодействия синфазной и квадратурной составляющих // Вестник РГРТУ. № 4 (выпуск 50). Часть 2. 2014. С. 25-30.
3. Кириллов С.Н., Покровский П.С. Двухкритериальный синтез шестнадцатипозиционных радиосигналов с управляемой связью между синфазной и квадратурной составляющими // Успехи современной радиоэлектроники. №6. 2014. С. 18-25.
4. Mengali U., D'Andrea A.N. Synchronization Techniques for Digital Receivers. – New York: Plenum Press. 1997. – 520 p.
5. Simon M.K. Carrier Synchronization of Offset Quadrature Phase-Shift Keying \ TMO Progress Report 42-133. 1998. – URL: https://ipnpr.jpl.nasa.gov/progress_report/42-133/133J.pdf.

СИНТЕЗ КВАЗИОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНО-ЭФФЕКТИВНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ

П.С. Покровский

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Современным трендом развития космических радиосистем передачи информации является увеличение универсальности алгоритмов синтеза, формирования и обработки сигналов в интересах повышения структурной скрытности и помехоустойчивости передаваемых данных. Поэтому при организации связи с перспективными космическими аппаратами (КА) актуально применение предложенного в [1] универсального формирователя радиосигналов с управляемой связью между синфазной и квадратурной составляющими. В этом случае оптимальным по критерию максимума правдоподобия является алгоритм приема данного вида радиосигналов, описанный в работе [2], недостатком которого является существенная вычислительная сложность. Высокие требования к вычислительным ресурсам алгоритмов обработки сигналов существенно ограничивает сферу применения разработанного универсального формирователя радиосигналов в КА. Таким образом, целью работы является разработка квазиоптимального универсального алгоритма приема радиосигналов с управляемой связью между синфазной и квадратурной составляющими.

В рамках решения поставленной задачи рассмотрена упрощенная модель спектрально-эффективных радиосигналов, подразумевающая независимое детектирование потоков синфазного и квадратурного каналов. В результате этого получен алгоритм функционирования квазиоптимального приемника спектрально-эффективных радиосигналов, который заключается в фильтрации принятых синфазной и квадратурной составляющих сигналов с импульсными характеристиками, согласованными с усредненными импульсами соответствующими передаче «1» или «-1» в рассматриваемом канале. Получена аналитическая форма записи для импульсной характеристики $h(t)$ приемного фильтра, длительность которой составляет два символьных интервала:

$$h(t) = \begin{cases} \frac{1}{2}(A_1 - 1)\sin^2(\pi t / T) + \sin^2(\frac{1}{2}\pi t / T), & t \in [0, \frac{1}{2}T) \cup [\frac{3}{2}T, 2T), \\ \frac{1}{2}A_1 \sin^2(\pi t / T) + \frac{1}{2}A_2 \cos^2(\pi t / T) + \sin^2(\frac{1}{2}\pi t / T) - \frac{1}{2}, & t \in [\frac{1}{2}T, \frac{3}{2}T), \\ 0, & t \notin [0, 2T). \end{cases}$$

Здесь A_1 и A_2 – параметры универсального формирователя радиосигналов [1], T – длительность элементарного импульса.

Методом компьютерного моделирования показана эффективность использования предложенного метода приема сигналов с управляемой связью между синфазной и квадратурной составляющими. Кроме того, подтверждена возможность ограничения длительности импульсной характеристики приемного фильтра на интервале $t \in [\frac{1}{2}T, \frac{3}{2}T]$. Показано, что потери в помехоустойчивости относительно оптимального алгоритма детектирования

не превышают 1,3 дБ, при этом выигрыш по данному критерию относительно детектора OQPSK-сигналов составляет 0,5...0,7 дБ.

Библиографический список

1. Кириллов С.Н., Покровский П.С. Программно-управляемый квадратурный формирователь спектрально эффективных видов радиосигналов на основе «зависимых» последовательностей импульсов // Вестник РГРТУ, №2, выпуск 36, 2011. С. 24-27.
2. Покровский П.С. Процедура детектирования радиосигналов с управляемой связью между квадратурными составляющими // Вестник РГРТУ, №3, 2013. С. 110-113.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ СИГНАЛЬНО-КОДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ЗАВИСИМЫХ СИГНАЛОВ

А.А. Лисничук

Научный руководитель – С.Н. Кириллов,
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

На практике работа беспроводных систем передачи информации (БСПИ) осуществляется в условиях действия различной сигнально-помеховой обстановки. Среди мешающих факторов широкое распространение получили помехи с сосредоточенной по спектру энергией – узкополосные помехи (УП). На характеристики БСПИ существенно влияют применяемые процедуры кодирования и модуляции. При этом при согласованности данных процедур по некоторому критерию качества достигается дополнительное улучшение соответствующих характеристик БСПИ. Совокупность таких согласованных процедур кодирования и модуляции образует сигнально-кодовые конструкции (СКК). Как показано в [1], в интересах уменьшения занимаемой полосы частот целесообразно применять класс СКК на основе «зависимых» сигналов длительностью T_s (где T_s – символный интервал), форма которых на текущем символном интервале определяется как данным информационным символом, так и одним или более предшествующими. Это позволяет с одной стороны уменьшить выбросы в огибающей при передаче подряд одинаковых информационных символов, а с другой – более эффективно реализовывать переходы в синфазной и квадратурной составляющих при различающихся информационных символах. Такой класс СКК обладает, по сравнению с «независимыми» радиосигналами, более сложной процедурой манипуляционного кодирования и увеличенным объемом канального алфавита (КА) для реализации различных состояний кодера.

Применение СКК с фиксированными параметрами в условиях действия УП, спектральный состав которых меняется с течением времени, не позволяет достигнуть предполагаемых характеристик качества БСПИ. При нестандартной (меняющейся) помеховой обстановке высокой эффективностью обладают адаптивные системы – интеллектуальные системы передачи информации (ИСПИ). В работах [2...4] обоснованы алгоритмы многокритериального синтеза многопозиционных радиосигналов, реализующие адап-

тацию ИСПИ к действию УП за счет использования как известных, так и нестандартных способов модуляции. Необходимо отметить, что разработка нестандартных процедур кодирования, удовлетворяющих требованиям вышперечисленных СКК, представляет собой отдельную трудоемкую задачу, так как многие из известных процедур кодирования данных классов разрабатывались на основе эмпирического подхода. Следовательно, адаптацию ИСПИ к действующим УП целесообразно осуществить за счет синтеза многопозиционных радиосигналов, удовлетворяющих требованиям к соответствующему классу СКК.

В интересах более строгой постановки задачи многокритериального синтеза целесообразно определить класс СКК, применяемых при адаптации в ИСПИ. Как известно [5], эффективный компромисс между минимизацией внеполосного излучения и максимизацией энергоэффективности может быть реализован с помощью сигналов с FQPSK (Feher-patented quadrature phase-shift keying), которые, в свою очередь, можно представить в виде совокупности элементов КА.

Как показано в [6, 7], эффективным методом решения подобных многокритериальных задач является переход к синтезу СКК по комбинированному критерию качества с результирующей целевой функцией вида:

$$k_p(\mathbf{S}) = c_1 M_1 d_2(G_{opt}(f), G(f, \mathbf{S})) + c_2 M_2 / (\langle d_2(\mathbf{s}_k, \mathbf{s}_l) \rangle) + \\ + c_3 M_3 h(10 \cdot \lg[G(f, \mathbf{S})] - G_{\log}(f)) + c_4 M_4 (D[P_{mgn}(\mathbf{S})] / (M[P_{mgn}(\mathbf{S})])^2), \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^4 c_i = 1; \quad M_i, c_i > 0; \quad M_i, c_i = const; \quad \mathbf{s}_k, \mathbf{s}_l \in \mathbf{S}; \quad k, l = \overline{1, 16}; \quad k \neq l;$$

где c_i – параметры, определяющие вес каждого входящего показателя качества; M_i – нормирующие коэффициенты, приводящие отдельные слагаемые к общему динамическому диапазону; $d_2(\cdot)$ – расстояние в евклидовой метрике; $G_{opt}(f)$, $G(f, \mathbf{S})$ – соответственно «эталонный» и текущий нормированные спектральные плотности мощностей (СПМ) радиосигналов; $\langle \cdot \rangle$ – оператор усреднения по ансамблю всех возможных попарных расстояний между элементами КА \mathbf{S} ; $h(\cdot)$ – функция, накладывающая «штраф» за превышение внеполосного излучения; $G_{\log}(f)$ – «маска» СПМ в логарифмическом масштабе; $D[P_{mgn}(\mathbf{S})]$, $M[P_{mgn}(\mathbf{S})]$ – соответственно дисперсия и математическое ожидание мгновенной мощности сигнала $P_{mgn}(\mathbf{S})$, вычисленные по реализации, состоящей из последовательности всех разрешенных переходов между элементами КА. СКК на основе «зависимых» сигналов, полученные при минимизации целевой функции (7), не требуют дополнительного времени на отсеивание неоптимальных решений, однако могут содержать не все «нехудшие» СКК [6].

Предлагаемая процедура синтеза СКК на основе «зависимых» сигналов (при значениях $c_1 = 0,3$; $c_2 = 0,1$; $c_3 = 0,3$ и $c_4 = 0,1$) в случае воздействия на радиоканал УП (ширина спектра – 5 % от ширины СПМ синтезированной СКК; расположение – на несущей частоте полезного радиосигнала) обеспечивает помехоустойчивость на уровне QPSK-сигнала при воздействии только аддитивного «белого» гауссовского шума вплоть до отношения сигнал-помеха $q = -3$ дБ, что на 23 дБ и 20 дБ лучше данного показателя для

рассмотренных известных СКК (FQPSK-сигнала) и QPSK-сигнала соответственно. При этом при сравнимых значениях пик-фактора и порога помехоустойчивости синтезированные СКК на основе «зависимых» сигналов позволяют сократить ширину СПМ по уровню -30 дБ на 37% в сравнении с синтезированными радиосигналами в [2] при $c_1 = 0,25$ и $c_3 = 0,3$; однако формирование провала в СПМ синтезируемых СКК для адаптации ИСПИ к УП не позволяет достигнуть данных характеристик, реализуемых FQPSK-сигналами.

Библиографический список

1. Макаров С.Б., Цикин И.А. Передача дискретных сообщений по радиоканалам с ограниченной полосой пропускания // М.: Радио и связь. 1988. 304 с.
2. Кириллов С.Н., Покровский П.С., Лисничук А.А. Многокритериальный синтез четырехпозиционных радиосигналов на основе канального алфавита // Радиотехника. 2015. №11. С. 14-21.
3. Покровский П.С., Лисничук А.А. Алгоритм синтеза радиосигналов для адаптации интеллектуальных систем передачи информации к действию помех // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 48. С. 20-26.
4. Кириллов С.Н., Покровский П.С., Лисничук А.А. Многокритериальный синтез четырехпозиционных радиосигналов на основе ансамбля кодовых последовательностей в интересах адаптации радиосистем передачи информации к структурным помехам // Радиотехника. 2016. №8. С. 117-124.
5. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра // М.: Радио и связь. 2000. 520 с.
6. Гуткин Л.С. Оптимизация радиоэлектронных устройств // М.: Сов. радио. 1975. 368 с.
7. Кириллов С.Н., Покровский П.С., Лисничук А.А. Процедура синтеза 4-позиционных сигналов с расширением спектра // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 50-1. С. 29-33.

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ СИМВОЛОВ ПРЕАМБУЛЫ НА ОСНОВЕ СЕЛЕКЦИИ ПОБОЧНЫХ ВЫБРОСОВ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННОЙ МЕТРИКИ

И.В. Лукашин

Научный руководитель – С.Н. Кириллов
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В современных системах передачи данных с пакетной коммутацией (например, IEEE 802.11, 802.11ad) передаваемые данные группируются в пакеты, содержащие последовательность OFDM-символов. Для обеспечения синхронизации перед каждым пакетом осуществляется передача специальных вспомогательных символов – символов преамбулы. На приемной стороне изначально неизвестен момент прихода символа преамбулы, и можно говорить о наличии временного рассогласования символов. В [1] показано, что неточность в оценке времени прихода символа (Symbol Time Offset)

приводит к искажению фазы комплексной амплитуды несущей. Алгоритмы оценки временного рассогласования символа преамбулы обычно основаны на вычислении нормированной автокорреляционной метрики. В работе [2] показано, что алгоритм оценки Choi [3] обладает наименьшей дисперсией ошибки оценки временного рассогласования в канале связи без многолучевого распространения благодаря узкому главному лепестку нормированной автокорреляционной метрики. При функционировании в условиях многолучевости дисперсия ошибки оценки временного рассогласования резко увеличивается из-за появления большого числа побочных выбросов автокорреляционной метрики.

Для уменьшения дисперсии оценки в [3] предложено использовать дополнительную обработку участков метрики, для которых амплитуда метрики превысила пороговое значение, зависящее от отношения сигнал-шум и профиля распределения мощности по задержке, характеризующего многолучевое распространение радиосигнала. Далее происходит сглаживание, полученной метрики, и определение отсчета, соответствующего максимуму метрики. При этом значение порога, размер окна сглаживания, размер участка метрики, для которого производится дополнительная обработка, подобрано эмпирически.

В работе предлагается использовать вышеуказанный способ дополнительной обработки автокорреляционной метрики [3] для повышения точности оценки временного рассогласования алгоритмов [4] и [5], также характеризующихся высоким уровнем дисперсии ошибки оценки в канале с многолучевым распространением. При этом предложена процедура выбора значения порога, размера окна сглаживания, размера участка метрики, для которого производится дополнительная обработка, в зависимости от текущей помеховой обстановки в канале связи.

Исследование влияния дополнительной обработки автокорреляционной метрики на дисперсию ошибки оценки временного рассогласования проводилось в канале связи с многолучевым распространением с постоянным значением амплитуды и фазы лучей и с релеевскими замираниями. В качестве модели многолучевого распространения радиоволн выбрана 16-лучевая модель с экспоненциальным распределением мощности по задержке, при этом разница по мощности между первым и последним лучом составляла 20 дБ. Для исследования использовались символы преамбулы с длиной 1024 отсчета и величины циклического префикса 102 отсчета.

Полученные результаты показали, что в канале связи с постоянным значением амплитуды и фазы лучей использование дополнительной обработки автокорреляционной метрики для алгоритмов [4] и [5] приводит к значительному снижению дисперсии ошибки оценки временного рассогласования. При переходе к каналу с релеевскими замираниями применение дополнительной обработки метрики не приводит к значительному уменьшению дисперсии ошибки оценки временного рассогласования.

Библиографический список

1. Cho Y.S., Kim J., Yang W.Y., Kang C.G. MIMO-OFDM Wireless Communications with MATLAB / Y.S. Cho, J. Kim, W.Y. Yang, C.G. Kang – Wiley-IEEE Press, 2010. – 544 p.

2. Бакке А.В., Лукашин И.В. Применение символов с частотной модуляцией для совместной оценки временного и частотного рассогласования при приеме OFDM сигналов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. № 2 (56). С. 17-23.

3. Choi S. D., Choi J. M., Lee J. H. An initial timing offset estimation method for OFDM systems in Rayleigh fading channel // IEEE 64th Vehicular Technology Conference. 2006. pp. 1-5.

4. Ren G., Chang Y, Zhang H., Zhang H. Synchronization Method Based on a New Constant Envelop Preamble for OFDM Systems // IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING. 2005. vol. 51. № 1. pp.139-143.

5. Бакке А.В. Алгоритм частотной и временной синхронизации для приема OFDM сигналов по многолучевым каналам связи // Цифровая обработка сигналов. 2015. №4. С. 3-8.

ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛИ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

П.С. Писака

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет,
Филиал АО «Ракетно-космический центр «Прогресс» - Особое конструкторское бюро «Спектр»**

При передаче телеметрической информации (ТМИ) изделий ракетно-космической техники (РКТ) на ТМИ воздействуют шумы и помехи естественного и искусственного происхождения. Указанная особенность приводит к искажению структуры ТМИ на приемной стороне. Отсюда, для объективной оценки состояния изделий РКТ необходимо построение алгоритмов обработки ТМИ, обеспечивающих высокое качество обработки согласно заранее определенным критериям.

Для построения оптимальных алгоритмов обработки ТМИ необходима разработка модели канала передачи ТМИ. Решение вопроса разработки модели канала передачи ТМИ приведено в работе [1]. Система передачи ТМИ от космических ракет-носителей состоит из изделия РКТ и территориально-распределенных приемных станций (ПС). На основе натурной ТМИ, зарегистрированной на 5-ти ПС при серии испытаний изделий РКТ получены зависимости изменения отношения сигнал-шум на дискретных участках трассы полета изделий. Расчет коэффициента корреляции для значений отношения сигнал-шум показал наличие на дискретных участках трассы полета изделий областей дружных и независимых флуктуаций. Таким образом, распределение случайной величины (отношение сигнал-шум) должно строиться на основе смеси распределений для вышеуказанных областей. С использованием диаграммы распределений семейства Пирсона установлено, что распределение случайной величины (отношение сигнал-шум) на дискретных участках трассы полета изделия РКТ для областей дружных и независимых флуктуаций можно аппроксимировать с помощью гамма-распределения. На основе расчета параметров гамма-распределений с использованием натурной ТМИ предложена модель канала передачи ТМИ.

В настоящей работе рассмотрено обоснование указанной модели канал передачи ТМИ. В качестве меры оценки соответствия теоретической модели полученным экспериментальным данным выбран критерий согласия А.Н. Колмогорова. При выбранном уровне значимости (0,01) рассчитаны показатели максимального отклонения теоретической функции плотности вероятности распределения от экспериментальной для областей независимых и дружных флуктуаций. Проведен расчет порогового показателя критерия согласия.

Сравнение полученных значений позволяет сделать вывод о соответствии теоретической модели канала передачи ТМИ космических ракет-носителей экспериментальным данным на основании критерия согласия А.Н. Колмогорова. Таким образом, доказана возможность использования разработанной модели для построения оптимальных алгоритмов обработки ТМИ в целях повышения качества обработки.

Библиографический список

1. Кириллов С. В., Писака П. С. Имитационная модель канала связи системы передачи телеметрической информации космических ракет-носителей // 7-я международная научно-техническая конференция «К.Э. Циолковский – 160 лет со дня рождения. Космонавтика, Радиоэлектроника. Геоинформатика»: Тез. докл. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2017. С. 291-293.

АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРИЕМНЫХ СТАНЦИЙ

П.С. Писака

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет,
Филиал АО «Ракетно-космический центр «Прогресс» - Особое кон-
структорское бюро «Спектр»**

Изделия ракетно-космической техники в процессе летных испытаний осуществляют движение по заранее определенной трассе полета. Бортовая система телеметрических измерений осуществляет формирование и выдачу в канал связи телеметрической информации (ТМИ), содержащей сведения о текущем состоянии узлов и агрегатов объекта. В процессе передачи по каналу связи, структура ТМИ искажается вследствие влияния помех и шумов.

На протяжении трассы полета изделия РКТ установлены наземные приемные станции (ПС). ПС осуществляют прием и регистрацию ТМИ. Отсюда особая роль отводится совместной обработке ТМИ от нескольких территориально-распределенных ПС в целях устранения искажений структуры ТМИ.

Для решения указанной задачи обоснован квазиоптимальный алгоритм объединения ТМИ. Предполагается что значение бита зарегистрированной ТМИ является случайной величиной с распределением Бернулли. Полученное отношение правдоподобия обеспечивает оптимальный по критерию

Неймана-Пирсона алгоритм объединения ТМИ в виде весового суммирования значения битов от территориально-распределенных ПС. Весовые коэффициенты определяются на основе рассчитанных вероятностей обнаружения и ложной тревоги с учетом текущего значения отношения сигнал-шум на входе ПС.

На основе экспериментальных исследований с использованием ТМИ, полученной при летных испытаниях изделий РКТ показано что, для вероятности ложной тревоги 0,001 использование информации от 2 из 5 ПС позволяет достичь вероятность правильного обнаружения 0,995, что на 3-5 % выше чем использование информации от 1 из 5 ПС. Кроме того, полученное значение вероятности правильного обнаружения выше значения соответствующего показателя для мажоритарного правила на 3 %. Это обуславливает возможность применения предложенного алгоритма в практике обработки ТМИ.

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ СТРУКТУР ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ

Д.А. Перепелкин, И.Ю. Цыганов, И.Г. Осин

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе предлагается алгоритм сегментации структур программно-конфигурируемых сетей (ПКС), позволяющий ускорить работу алгоритмов маршрутизации путем дробления сети на сегменты. В каждом полученном сегменте трудоемкость расчета маршрута снижена, по сравнению с трудоемкостью расчета во всей сети, за счет уменьшения множества узлов связи.

Основная идея работы данного алгоритма заключается в определении минимального покрывающего дерева ПКС и выделении на основе полученной структуры сегментов с максимальной связностью каналов [1].

Укрупненно алгоритм формирования оптимальных структур ПКС имеет следующий вид.

Шаг 1. Построение минимального покрывающего дерева.

В графе программно-конфигурируемой сети найти минимальное покрывающее дерево с помощью алгоритма Прима. В качестве критерия оптимальности канала связи выбрать минимальную задержку передачи данных.

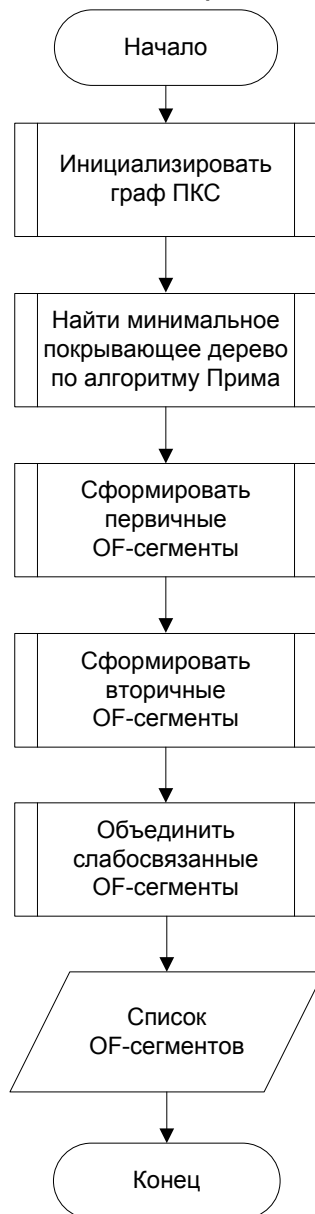
Шаг 2. Формирование первичных сегментов.

Объединение в первичные сегменты происходит последовательным объединением листовых вершин-потомков с их предками в минимальном покрывающем дереве, построенном на первом шаге. Последовательно просматриваются все коммутаторы в сети. Если коммутатор является листом в минимальном покрывающем дереве, то он объединяется в сегмент со своим предком. Если предок уже находится в сегменте, то текущий коммутатор включается в этот сегмент.

Если после второго шага в графе ПКС остались коммутаторы, не распределенные в сегменты (будем называть их свободными), перейти к шагу 3, иначе перейти к шагу 4.

Шаг 3. Формирование вторичных сегментов.

Производится обход свободных коммутаторов. Свободные коммутаторы присоединяются к соседним сегментам в порядке, определяемым степенью их связности с сегментами. Степень связности определяется в первую очередь фактом наличия связи между сегментом и коммутатором посредством ребра, принадлежащего минимальному покрывающему дереву. Еще большая степень связности обеспечивается наличием нескольких таких ребер. Первым свободным коммутатором, включенным в сегмент, будет коммутатор, соединенный с соседним островом ребром из минимального покрывающего дерева.



Также вес этого ребра должен быть минимален по отношению ко всем остальным ребрам из минимального покрывающего дерева.

Шаг 4. Оценка полученных структур сегментов с помощью величины связности.

Производится обход полученных сегментов. Для каждого острова вычисляется величина связности Q .

Выбирается некоторая эталонная величина связности Q' , по которой оценивается величина связности сегментов.

Шаг 5. Корректировка полученных структур сегментов с учетом величины связности.

Все сегменты, величина связности Q которых меньше Q' , считаются слабосвязанными и подлежат объединению либо друг с другом, либо с сегментами, для которых $Q \geq Q'$.

Шаг 6 (опциональный). Резервирование каналов между полученными сегментами.

Попарно производится обход всех сегментов. Между каждой парой сегментов выбирается канал с минимальной метрикой. Этот канал становится основным передающим каналом, а остальные резервируются.

По окончании обхода сегментов у каждого сегмента имеется один основной передающий канал к каждому его сегменту-соседу.

Укрупненная блок-схема алгоритма представлена на рисунке.

Алгоритм программно реализован на языке программирования Python 2.7 в виде встраиваемого модуля контроллера POX.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых-кандидатов наук МК-6016.2016.9 и гранта РФФИ 16-47-620300 p_a.

Рис. –
Укрупненная
блок-схема алгоритма

Библиографический список

1. Перепелкин Д.А., Цыганов И.Ю. Усовершенствованный алгоритм сегментации структур корпоративных сетей по критерию минимальной стоимости // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 53. С. 48-58.

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПОТОКАМИ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ
ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

Д.А. Перепелкин, М.А. Иванчикова, И.Г. Осин

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Любая компьютерная сеть (КС) является развивающимся объектом, не только в плане модернизации ее элементов, но и в плане ее физического расширения, добавления новых элементов сети (пользователей, компьютеров, служб). Эти возможности и трудоемкость их осуществления входят в понятие расширяемости. Другой характеристикой является масштабируемость сети, которая определяет возможность расширения сети без существенного снижения ее производительности. Характерной тенденцией развития современных сетевых структур является виртуализация и масштабирование с помощью распределенных центров обработки данных (ЦОД), усложнение функций взаимодействия между удаленными компонентами сети, а так же централизация управления и передачи данных между ЦОД с помощью программно-конфигурируемых сетей (ПКС). Совершенствование сетевых технологий требует обеспечения качественного обслуживания передаваемого трафика, увеличения пропускной способности и обеспечения гибкой балансировки трафика без снижения общей производительности сети. Загрузка и пропускная способность линий связи ПКС ЦОД динамически меняются, что в свою очередь, может приводить к частой рассылке служебной информации об изменении маршрутов. Изменения характеристик каналов связи, модификация структуры сети, включение в нее новых узлов и линий связи приводят к полному пересчету таблиц маршрутизации. Одним из решений повышения качества функционирования ПКС ЦОД является точное определение оптимальных маршрутов передачи данных и быстрое переключение более загруженных каналов связи на другие – свободные каналы, при динамическом добавлении элементов ПКС ЦОД.

Математическую модель ПКС ЦОД представим в виде неориентированного взвешенного связного графа **DCNet** = (**Controllers**, **DC**, **DCCost**, **DCLinks**, **DCWeights**, **DCProv**), где **Controllers** – множество контроллеров ПКС, **|Controllers|** = C , **DC** – множество узлов (платформ ЦОД), **|DC|** = N , **DCCost** – множество весов узлов связи (стоимость подключения ЦОД), **|DCCost|** = Nm , **DCLinks** – множество каналов связи, **|DCLinks|** = M , **DCWeights** – множество весов каналов связи (стоимость каналов связи, например пропускная способность, задержка, процент потери пакетов или композитная метрика), **DCProv** – множество провайдеров связи, **|DCProv|** = m .

Нахождение оптимальных маршрутов в ПКС ЦОД является довольно сложной задачей, особенно в случае динамического изменения конфигурации сети распределенных ЦОД, обслуживаемых различными телекоммуникационными провайдерами. Для решения поставленной задачи разработан улучшенный алгоритм парных переходов.

Разработанный алгоритм позволяет за счет сбора дополнительной информации учесть возможные динамические изменения топологии ПКС ЦОД и не производить полный пересчет маршрутных таблиц потоков данных. Применение алгоритма позволило снизить трудоемкость расчета таблиц коммутации потоков в ПКС ЦОД до величины порядка $O(mN)$, где m – число провайдеров связи. Таким образом, разработанный алгоритм является эффективным при построении дерева оптимальных маршрутов в условиях динамических изменений топологии ПКС ЦОД.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых–кандидатов наук МК-6016.2016.9, гранта РФФИ 16-47-620300 р_а, стипендии президента РФ СП-505.2016.5, программы УМНИК Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ПАРНЫХ ПЕРЕХОДОВ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА OPENFLOW

Д.А. Перепелкин, М.А. Иванчикова
Научный руководитель – Корячко В.П.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время для обеспечения высокой скорости обработки и передачи данных все большее применение находят инновационные подходы, основанные на концепции программно-конфигурируемых сетей (ПКС) [1]. В данной технологии за счет разделения уровней передачи и управления данными становится возможным упрощение сетевых элементов передачи данных и осуществление централизованного управления всеми коммутационными устройствами сети с помощью единого вычислительного центра – контроллера. Загрузка и пропускная способность каналов связи в ПКС динамически меняются. При изменении пропускной способности каналов связи в ПКС происходит полный перерасчет таблиц коммутации потоков данных. С увеличением размера сети трудоемкость этой операции растет полиномиально, что не может не сказаться на производительности всей сети в целом. Разработка новых алгоритмов адаптивной маршрутизации в ПКС позволяет устранить указанные выше ограничения.

Математическую модель ПКС представим в виде неориентированного взвешенного связного графа **Network = (Nodes, Links, Weights)**, где **Nodes = (Controllers, Switches, Hosts)**, **Controllers** – множество контроллеров, **|Controllers| = C**, **Switches** – множество коммутаторов сети, **|Switches| = N**, **Hosts** – множество хостов (конечных узлов) сети, **|Hosts| = H**, **Links** – множество каналов связи, **|Links| = M**, **Weights** – множество весов каналов связи (стоимость каналов связи, например про-

пускная способность, задержка, процент потери пакетов или композитная метрика). Пусть на графе **Network** в некоторый момент времени уже решена задача поиска кратчайших путей с помощью алгоритма Дейкстры для ПКС. Для поиска оптимальных маршрутов в ПКС в условиях динамического изменения нагрузки на линиях связи предлагается использовать алгоритм парных переходов.

Для применения алгоритма парных переходов в ПКС на основе протокола OpenFlow (OF) разработано программное обеспечение (ПО) адаптивной ускоренной маршрутизации. Средствами разработки выбраны: операционная система Ubuntu 14.04, эмулятор MiniNet, язык программирования Python.

Рассмотрим основной вычислительный метод `transitions()` разработанного ПО. В данном методе анализируется изменение веса каналов связи, при наличии изменений новый вес сравнивается с точками вхождения в дерево и во множество замены, в зависимости от полученного интервала выполняется парный переход.

Метод `change_links(link_1, link_2)` выполняет переход каналов дерева оптимальных маршрутов и множества замены. Метод `update_route(sw, parent)` обновляет оптимальный и резервные маршруты до выбранного коммутатора.

```
def transitions():
    for k in Switch.viewed:
        Switch.viewed.remove(k)
        for v in neighbors(k):
            if link(k, v).old_metric != link(k, v).metric:
                if link(k, v).metric < link(k, v).tree_point:
                    if link(k, v) not in Link.tree_links:
                        change_links(link(k, v), link(k, v).pair)
                        update_route(v, k)
                if link(k, v).metric > link(k, v).tree_point \
                    and link(k, v).metric < \
                    link(k, v).replacement_point:
                    if link(k, v) in Link.tree_links:
                        change_links(link(k, v).pair, link(k, v))
                        update_route(v, k)
                if link(k, v).metric > \
                    link(k, v).replacement_point:
                    if link(k, v) in Link.tree_links:
                        change_links(link(k, v).pair, link(k, v))
                        update_route(v, k)
            chek_neighbors_statistic(v)
        find_pair()
        calculate_tree_point()
        calculate_replacement_point()
```

Метод `chek_neighbors_statistic(v)` проверяет необходимость последующих парных переходов и обновляет статистическую информацию для узлов связи, смежных исходному. Метод `find_pair()` находит ребра замены для каждого канала связи. Методы `calculate_tree_point()` и

`calculate_replacement_point()` находят точки вхождения в дерево и в множество замены соответственно.

Разработанный алгоритм позволяет за счет сбора дополнительной информации учесть возможные динамические изменения нагрузки на каналах связи ПКС и не производить полный пересчет маршрутных таблиц потоков данных. Применение алгоритма позволило снизить трудоемкость расчета таблиц коммутации потоков в ПКС до величины порядка $O(kN)$, где k – число фактически выполненных парных переходов. Таким образом, разработанный алгоритм является эффективным при построении дерева оптимальных маршрутов в ПКС в условии динамических изменений нагрузки на линиях связи.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых–кандидатов наук МК-6016.2016.9, гранта РФФИ 16-47-620300 p_a, стипендии президента РФ СП-505.2016.5.

Библиографический список

1. McKeown N., Anderson T., Balakrishnan H., Parulkar G., Peterson L., Rexford J., Shenker S., Turner J. Openflow: Enabling Innovation in Campus Networks. Proc. ACM SIGCOMM Computer Communication Review. 2008. Vol. 38, No. 2. pp. 69-74.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ НА ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

А.Ю. Лошкарев

Научный руководитель – Сафонова А.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Развитие больших возможностей радиолокационных станций при решении многих задач привело к тому, что зародилось и широко развивается новое направление в военной радиоэлектронике-радиопротиводействии [1]. Современные радиолокационные системы должны бесперебойно функционировать в условиях воздействия различных типов помех.

В работе рассмотрено влияние активных шумовых помех (АШП) на приемную систему, а также проведена оценка эффективности метода борьбы с АШП путем компенсации диаграммы направленности (ДН) антенной решетки (АР).

Моделирование проведено для линейной эквидистантной АР, состоящей из 7 элементов, отношение сигнал-шум принято равным 3 дБ, мощность источника помех – 1000 Вт, межэлементное расстояние равно половине длины волны. Исследовано влияние угла прихода (УП) АШП на форму ДН АР, а также на коэффициент подавления помехи (КПП) при различном числе источников помех. Результаты эксперимента сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Число источников помех	1			2		
	УП АШП, град	36	23	19	36	23
КПП, дБ	0	-9	0	-8	-19.5	-7.5
Уровень БЛ, дБ	-6.22	-6.7	-7.65	-15	-8.12	-4.86

По полученным данным можно сделать следующие выводы: 1) при работе системы в условиях воздействия помех в ДН АР формируется «провал» в направлении на источник помехи; 2) если помеха сосредоточена в пределах ширины главного лепестка (ГЛ) ДН АР, то происходит его деструкция; 3) максимально возможное количество «провалов», формируемых АР равняется $(n-1)$, где n — число элементов АР; 4) КПП возрастает при большем количестве источников помех, что связано с увеличением мощности помехи; 5) при низком уровне БЛ «лучше» осуществляется селекция по пространству полезного сигнала на фоне шума и помех, источники которых направлены на БЛ, также это приводит к увеличению уровня излучения в направлении ГЛ ДН (к росту коэффициента направленного действия), при этом происходит расширение главного лепестка ДН.

Библиографический список

1. Куприянов А.И., Сахаров А.В. Радиоэлектронные системы в информационном конфликте. – М.: Вузовская книга, 2003. – 528 с.

Секция 4
Информационные ресурсы
и программно-инструментальные средства

**ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ
МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

И.С. Сенькин

Научный руководитель - Быкова О.Г.

К.т.н., доц.

Санкт-Петербургский Горный университет

В работе описан инструмент для создания различных обучающих тренажеров, работающих на мобильных устройствах. Главной целью работы было сделать эффективный инструмент для создания обучающего средства, которое соответствует всем современным требованиям со стороны студентов.

В процессе обучения всё чаще применяются различные тренажеры, поскольку они помогают эффективно применять полученные знания и пополнять их. Поэтому развитие и появление новых тренажеров для обучения в различных областях науки крайне востребовано в наше время и будет востребовано в будущем, скорее всего, в гораздо большей степени. Возможности комбинирования обучающего материала и практических заданий для работы в тренажере безграничны.

Для большинства людей, обучающихся чему-либо наиболее важен простой и легкий доступ к тренажеру, его мобильность и даже габариты устройств, требуемых для тренажера. Сначала решался вопрос создания тренажера по математике - приложение для мобильных устройств [1]. Для наиболее быстрого создания программы и получения возможности в дальнейшем заменять материал для соответствующих обучению нефтегазовому делу предметов был выбран программный пакет «Clickteam Fusion 2.5». Функционал приложения заключается в выводе на экран кратких теоретических материалов и далее практических заданий по выбранной студентом теме.

Для проверки эффективности инструмента создания тренажера создан тренажер по химии. Химия – учебная дисциплина, обязательная для изучения студентами нефтяниками. Общая структура тренажера и подбор заданий основывается на работе [2].

И теперь можно утверждать, что создан эффективный инструмент для создания тренажеров по предметам необходимых при обучении нефтегазовому делу, таких как физика пласта, гидравлика и нефтегазовая гидромеханика и т.д., с изучением которых могут возникать сложности, а нужна большая наглядность и быстрый доступ к различным разделам курса. Использование разработанного программного инструмента создает тренажеры однотипной структуры, так что студенту не нужно будет привыкать к новой системе обучения и его внимание будет сфокусировано именно на обучающем материале.

А так как смартфон является, для подавляющего большинства студентов, неотъемлемой частью жизни и находится всегда под рукой, форма исполнения обучающих материалов в виде приложения для мобильного телефо-

на становится как никогда актуальной. Разработанное мобильное приложения удобно для каждого пользователя, легкое в запуске, и каждый сможет его получить таким же простым образом, как и загрузить очередную новую игру. Приложение разработано под Android платформу, поскольку достаточно большая часть человечества использует мобильные устройства под управлением данной платформы. Кроме того разработка приложения и его тестирование оказалось гораздо более удобным, в отличие от альтернативных мобильных операционных систем. Тренажер сочетает в себе подразделы с теоретическим материалом для получения знаний, с примерами для их практического применения и подраздел, в котором происходит самопроверка степени изученности раздела в форме теста, по результатам которого студент сможет понять, нужно ли ему изучить раздел снова.

Основные направления развития тренажеров:

- добавление новых разделов;
- расширение материала для обучения;
- исправление недочетов, указанных в отзывах студентов, тестировавших приложение;
- появление способа загрузки через «магазин» приложений (Play Маркет);
- создание системы аналогичных тренажеров по различным предметам с целью улучшения знаний за счёт ставшей уже привычной формы обучения.

Библиографический список

1. Сенькин И.С. Тренажер по математике. Приложение для мобильных устройств. Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2016. XXI Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов. Труды конференции. Рязань, Рязанский государственный радиотехнический университет.- 2016.- С. 81-82.

2. Рогожинский Р.А., Клыкова Е.С. Тренажер по общей химии. Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2016. XIX Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов. Труды конференции. Рязань, Рязанский государственный радиотехнический университет.- 2014.- С. 43-45.

ПРЕИМУЩЕСТВА РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ ASP.NET CORE

Р.В. Ерхов

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время разрабатывается веб-приложение для учета и анализа статистики. Веб-приложения могут разрабатываться по разным технологиям. Одной из перспективных является технология ASP.NET Core.

ASP.NET Core – это платформа от компании Microsoft используемая для разработки веб-приложений. Данная платформа появилась в результате развития и усовершенствования всей платформы ASP.NET.

ASP.NET Core реализована на основе среды .NET Core, которая является общей в разработке программного обеспечения. Среда разработки .NET Core представляет следующие некоторые особенности:

- среда является кроссплатформенной, она может быть развернута на таких операционных системах как Windows, Mac OS X, Linux.

- среда с открытым исходным кодом.

- все виды использования платформы реализуются с помощью командной строки

Преимущественно ASP.NET Core используется с .NET Core, но платформа также работает и с .NET. Платформа ASP.NET Core позволяет более удобно управлять необходимыми модулями для веб-приложения, с помощью их загрузки через пакетный менеджер NuGet. Также при разработке веб-приложения нет строгой зависимости от библиотеки System.Web.dll. Платформа включает в себя фреймворк MVC, в котором реализуются функциональности MVC, Web Pages и Web API. В связи с этим исключается большая часть повторяющихся функциональностей, они соединены в одну модель – ASP.NET Core MVC. [1]

Для более органичного использования синтаксиса html с кодом C# была добавлена одна из дополнительных функций – это tag helper. Tag helper используется для генерации html-разметки в представлениях и обрабатываются механизмом визуализации Razor на стороне сервера и затем преобразуются в обычные html элементы.

В ASP.NET Core реализован более упрощенный способ управления зависимостями, а также конфигурирования проекта. Механизм внедрения зависимостей позволяет реализовать взаимодействующие объекты в веб-приложении слабосвязанными. Платформа обеспечена встроенным контейнером для внедрения зависимостей, который представлен интерфейсом IServiceProvide. Контейнеры представляют собой фабрики, которые организуют зависимости между конкретными объектами и абстракциями и обычно управляют созданием этих объектов. В связи с этим нет необходимости использовать сторонние контейнеры, такие как Autofac, Unity, Ninject.

Платформа ASP.NET Core имеет следующие ключевые особенности и преимущества перед ASP.NET:

- Легковесный и модульный конвейер HTTP запросов, позволяющий добавлять свои собственные компоненты

- Применение платформы .NET Core и ее особенностей

- Встроенная поддержка создания и применения пакетов с помощью пакетного менеджера NuGet

- Единая программная модель ASP.NET Core MVC, включающая в себя Web Pages и Web API

- Интегрированный контейнер внедрения зависимостей

- Кроссплатформенность в виде возможности развертывания веб-приложений на Windows, Mac, Linux.

- Открытость исходного кода (open source)

В рамках исследования ASP.NET Core были определены некоторые особенности и преимущества платформы перед предыдущей ее версией. Таким образом, конечный выбор платформы для разработки программного обеспечения исходит в основном из конкретных задач, которые будет решать проект. Однако если существует необходимость достигнуть кросс-

платформенности, более компактного кода, лучшей производительности приложения, то возможно более правильно будет сделать выбор именно в пользу рассмотренной платформы.

Библиографический список

1. Руководство по ASP.NET Core 2.0:[Электронный ресурс]. 2012-2017. URL: <https://metanit.com/sharp/aspnet5/>. (Дата обращения: 25.09.2017).

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ В ТЕОРЕТИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

Д.Е. Яблоков

Научный руководитель – Салеев В.А.

д.ф.-м.н., проф.

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

В статье рассматривается методология построения универсального хранилища данных, предназначенного для приложений, ориентированных на специалистов, занимающихся научными исследованиями. Предполагается, что структура хранилища не будет жёстко привязана к какой-либо предметной области, а будет востребована во многих проектах, связанных с накоплением, анализом и обработкой данных.

Объекты любого типа и их отношения могут быть описаны в терминах некоторой упрощенной концептуальной модели (Рис. 1). Основными ее понятиями являются: существительное (Noun), прилагательное (Adjective), глагол (Verb), наречие (Adverb) и дескриптор (Descriptor) – лексическая единица, служащая для описания основного смыслового значения и однозначно ставящаяся в соответствие группе ключевых понятий рассматриваемой предметной области.

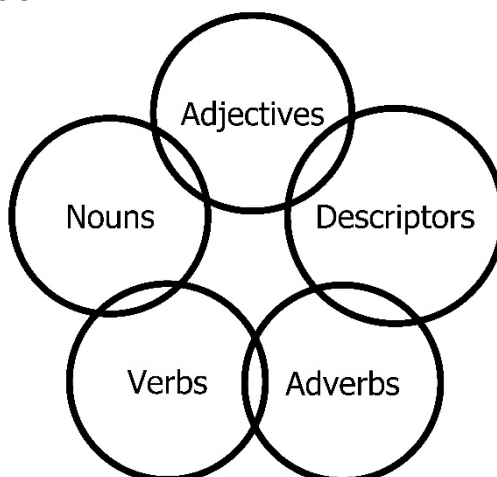


Рис. 1 - Диаграмма универсальной модели данных

Если описываемую концепцию использовать при создании упрощенной универсальной модели (Рис. 2), которая предназначена для хранения и обработки данных, например, из области кристаллографии или теоретического материаловедения, то атомы можно представить как существитель-

ные («Nouns») или объекты (сущность «object»). Каждый атом может быть связан с одним или несколькими другими атомами посредством межатомных связей и это, с учетом выбранных понятий, можно интерпретировать как глагол («Verbs») или отношение (сущность «relationship»). Основные свойства атомов и их связей можно рассматривать как дескрипторы («Descriptors») или атрибуты (сущность «attribute»). Какие-либо характеристики, качества или измерения свойственные атомам – это прилагательные («Adjectives») или атрибуты объектов (сущность «object_attribute»), а для связей – это наречия («Adverbs») или атрибуты отношений (сущность «relationship_attribute»).

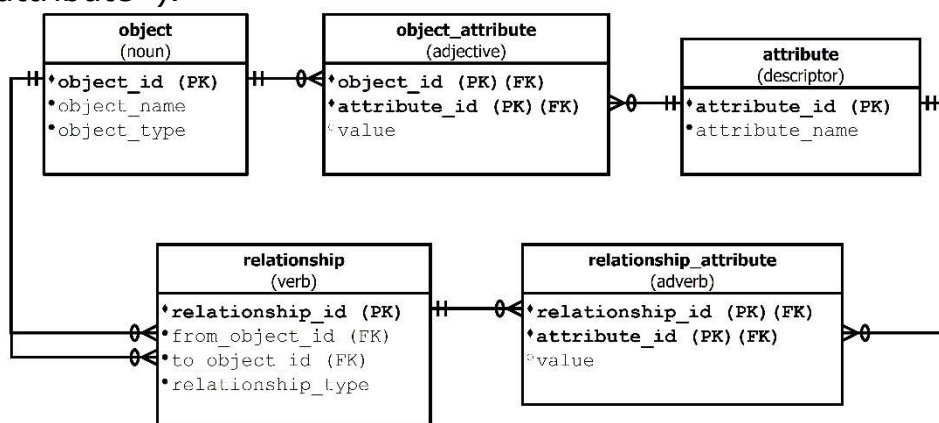


Рис. 2 - Упрощенная модель универсального хранилища данных

При использовании универсальной модели становится возможным ввод информации, структура которой не определена заранее, а изменение структурных связей типа «сущность-атрибут», «сущность-сущность» или «отношение-атрибут» может производиться в режиме runtime. Многие научные лаборатории или исследовательские центры могли бы работать с приложениями на основе предлагаемой модели данных из-за её универсальности и высокого уровня абстракции при описании свойств объектов и отношений между ними.

Библиографический список

1. Simsion, G.C., Witt, G.C. Data Modeling Essentials, Third Edition / Graeme C. Simsion, Graham C. Witt – Morgan Kaufmann Publishers, 2005. – 560 p.
2. Hey, D.C. Data Model Patterns: Conventions of Thought / David C. Hey – Dorset House Publishing, 1996. – 288 p.
3. Silverstone, L. The data Model Resource Book, Vol. 3: Universal Patterns for Data Modeling / Len Silverston – Wiley Computer Publishing, 2009. – 648 p.
4. Blatov, V.A., Proserpio, D.M. Periodic-Graph Approaches in Crystal Structure Prediction / edited by A. R. Oganov // Modern Methods of Cristal Structure Prediction. – Wiley-VCH, 2011. – P. 1-28.
5. Ambler, S. Refactoring Databases: Evolutionary Database Design / Scott W. Ambler, Premodkumar J. Sadalage – Addison-Wesley, 2006. – 384 p.

6. Silverstone, L. The Data Model Resource Book, Vol. 1: A Library of Universal Data Models for All Enterprises / Len Silverston – Wiley Computer Publishing, 2001. – 542 p.

7. Fowler, M. Patterns of Enterprise Application Architecture / Martin Fowler – Addison-Weatley, 2003. – 736 p.

О СОЗДАНИИ САЙТА ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ

С.А. Колупаев

Научный руководитель – Быкова О. Г.

к.т.н., доцент

Санкт-Петербургский Горный университет

На втором курсе обучения на нефтегазовом факультете горного университета я столкнулся с проблемой поиска упорядоченной информации в интернет ресурсах вообще, и в особенности по теме газа. И я решил, что могу воспользоваться своими знаниями и создать такой ресурс, который мог бы помочь как моим одноклассникам, так и простым людям, незнакомым с нашей сферой, получать такую информацию – создать сайт. Для начала нужно было выбрать язык, на котором можно было реализовать данную идею. Так как сайт должен был быть направлен на донесение информации пользователю, значит, сложные графические эффекты были не нужны. Следовательно, выбор html-кода был сделан без сомнений. Сам код я решил записать в Notepad++, так как он в отличие от блокнота графически помогает упростить написание кода.

Затем надо было собрать информацию для отображения на сайте и структурировать ее. Содержание сайта в первую очередь основывается на газовой энциклопедии [1]. Часть материала взято из разных интернет источников с информацией о газовых месторождениях, истории их открытия и эксплуатации, таких как, например [2].

Для облегчения программирования непосредственно страниц сайта, я решил воспользоваться CSS стилями. Благодаря им, можно было легко структурировать каждую отдельную форму, не загромождая весь код.

Сайт о газовых месторождениях должен был содержать информацию об их месторасположении. Одним из самых сложных элементов разработки сайта (а значит и всей работы) была работа с картами. Атрибут <map> html-кода требует точной работы с адресами, координатами и связями, где легко допустить ошибку. Для упрощения работы с поиском необходимых координат и небольших графических преобразований был использован Adobe Photoshop CS3.

Кроме того описание любого месторождения необходимо сопровождать графикой. Поэтому для наглядности представленной информации, было необходимо визуализировать часть информации.

При выборе цветовой гаммы необходимо было руководствоваться двумя пунктами: человек работает с большим количеством текстовой информации; цвета не должны «давить» на пользователя, а скорее успокаивать. Выбор пастельной палитры в этой связи, как мне кажется, был наиболее удачным. Органичное сочетание действующей палитры было подобрано с помощью Adobe Color CC.

В результате получился сайт, который содержит информацию по 9 основным газовым месторождениям. При вызове открывается главная страница сайта, на которой на карте Российской Федерации показаны места расположения газовых месторождений. Щелчок левой клавиши мыши по любому из маркеров, указывающих положение месторождения, выводит на экран сведения о выбранном месторождении. Информация о месторождении содержит как текстовую информацию, так и графическую, что отображено на странице.

В верхней части главной страницы расположены три кнопки, производящие перемещение по страницам сайта. Кнопка «История» содержит исторические сведения о газовой промышленности России. Кнопка «Перспективы» открывает страницу с текст о перспективах разработки этих месторождений.

В завершающей стадии выполненного этапа работы хотелось бы сказать, что работа над данным ресурсом есть вещь не единовременная, а со временем я буду стараться не только расширять объем информации, но также углублять уже имеющуюся. После консультаций с сотрудниками кафедры геологии будут добавлены важные для студентов, будущих специалистов, такие сведения, как карта месторождения и основные геологические характеристики. После консультаций с кафедрой разработки нефтегазовых месторождений сайт может пополниться сведениями о газодобывающих компаниях. Также в планах на ближайшее будущее находится добавление экономического раздела, в котором будут в динамической форме отражаться текущее положение дел в данной сфере, а также формы, в которой пользователи смогли бы делиться имеющейся у них информацией по данной теме, так как знание не имеет границ.

Так что созданный сайт можно считать альфа-версией, и в дальнейшем он будет насыщен полезной для студентов информацией.

Библиографический список

1. Российская газовая энциклопедия. Под ред. Р.И. Вяхирева. М.: Большая Российская Энциклопедия. 2004. 233 с.
2. <http://htmlbook.ru/> [Электронный ресурс].

ИНТЕГРАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ИСТОРИЙ БОЛЕЗНИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА

А.А. Куликова

Научный руководитель – Сержантова Н.А

к.т.н., доц.

Пензенский государственный технологический университет

В последние годы активизировался процесс перехода от рукописной фиксации первичной медицинской информации (записей врачей и отчетов диагностических лабораторий) к их электронным образам – электронным персональным медицинским записям (ЭПМЗ). Интеграция сведений о состоянии пациента из электронных историй болезни в среду обработки данных важна, так как получение полной, достоверной и доступной медицин-

ской информации необходимо для автоматизации обработки и решения качественно новых задач поддержки врачебной деятельности.

При анализе биомедицинских данных часто приходится сталкиваться с разнотипными данными. Основной проблемой таких данных является их несравнимость между собой. Для получения возможности анализа разнотипных данных, все они сводятся к единой шкале. Процесс перехода к единой шкале включает нормализацию значений, выбор информативных показателей из общего числа регистрируемых, определение равновесных значений и допустимых отклонений. Данные методы анализа требуют специализированных средств обработки статистических данных. В качестве примера таких средств может выступать программа MS Excel.

Передача информации в среду MS Excel происходит с помощью надстройки SQL Server PowerPivot. Надстройка представляет собой мощную локальную подсистему, которая выполняет загрузку, обновление данных в базе и запросы к ним.

Для анализа разнотипных данных, из электронного варианта истории болезни были выбраны пациенты в возрасте от 35 до 50 лет с нормальными показателями лабораторных анализов и патологическими показателями. На рисунке 1 представлена электронная история болезни, реализованная в среде MS Access [1, 2].

Код	Код поступил	Дата проведения	Сознание	Температура тела	Пульс	АД систола, мм рт.ст.	АД диастола, мм рт.ст.	ЦВД
16	99	02.06.2015	есть	36,6	79	105	70	18
20	99							
21	99							
(№)	99							

Рис. 1 – Электронная история болезни

Результаты интеграции представлены на рисунке 2.

ЧС	Частота дышит	Систольное давление	Температура тела	pH артериальной крови	Уровень азот мочевины	Уровень натр	Уровень глюкоз	Темпалит	РаС
78	18	109	36,64	7,35	7,1	138	6,3	36	70
97	18	104	37,51	7,43	9,1	137	5,8	37	83
98	23	118	36,11	7,38	11,3	133	6,3	31	83
81	29	117	36,44	7,39	5,3	138	5,3	35	65
97	29	117	36,60	7,39	9,6	137	4,2	43	89
77	27	82	37,13	7,42	6,3	136	5,8	40	69
97	20	106	36,36	7,37	5,0	134	5,0	37	87
81	19	118	36,44	7,37	5,8	134	5,7	39	88
97	29	109	37,14	7,36	8,9	136	4,0	36	87
72	23	119	36,43	7,37	10,7	136	4,2	43	66
77	17	100	37,97	7,36	10,6	133	4,1	39	70
105	20	107	37,38	7,39	13,3	141	4,1	43	66
72	27	113	37,11	7,37	12,8	140	4,2	31	84
100	20	104	36,15	7,34	8,3	138	5,0	34	66
115	29	118	37,17	7,39	12,3	143	5,9	35	64
80	19	111	36,30	7,37	7,4	138	4,3	31	84
109	26	109	36,36	7,40	8,0	139	5,8	42	70
103	18	89	36,66	7,42	3,2	139	4,4	34	89
108	25	118	36,77	7,45	6,9	141	6,2	34	64
82	19	97	37,17	7,35	5,0	138	4,0	37	83
74	19	101	37,32	7,40	8,0	142	4,3	39	88
81	28	117	37,68	7,40	11,0	140	4,4	40	66
110	19	115	37,01	7,38	9,1	134	6,2	35	69
106	23	109	36,22	7,43	9,8	144	5,7	32	87
109	17	109	36,18	7,39	8,7	144	5,4	40	76
78	26	89	37,18	7,41	6,3	138	5,2	30	70
76	24	99	37,84	7,38	5,0	136	6,2	32	66
114	22	112	36,94	7,44	9,3	134	4,4	30	87
89	17	82	36,68	7,44	6,9	141	5,5	33	68
88	28	100	36,41	7,33	6,3	134	5,5	33	89
118	26	93	37,13	7,45	4,6	143	5,1	33	88
101	19	88	37,89	7,42	5,3	135	4,1	43	89
83	19	109	36,18	7,36	7,2	139	5,4	33	68
83	29	118	36,90	7,41	12,3	140	4,7	34	87
101	29	118	36,99	7,43	4,4	137	4,3	31	87
84	24	87	37,67	7,39	7,5	135	5,7	43	84
120	23	84	36,61	7,36	6,8	142	5,2	32	64
117	27	86	36,04	7,43	11,3	139	4,2	36	87
118	26	100	36,11	7,37	8,6	143	5,2	40	89
84	22	84	36,36	7,42	12,6	143	6,2	42	70

Рис. 2 – Результаты интеграции

На основе переданных сведений о пациентах был реализован алгоритм обработки разнотипных медицинских данных. Алгоритм включает

1. выбор информативных показателей из общего числа регистрируемых, определение равновесных значений и допустимых отклонений;
2. выбор методов шкалирования исходных данных с целью приведения их к единой безразмерной системе измерений;
3. определение степени тяжести больных.

Таким образом, применение технологий SQL Server PowerPivot позволяет сочетать достоинства реляционных баз данных MS Access и мощный инструментарий для обработки (в том числе статистической) и анализа данных, реализуемых в MS Excel. Кроме того, подобная интеграция позволяет работать с многомерными данными.

Интеграция необходимых сведений из медицинской базы данных для проведения статистического анализа представляет собой особый интерес, с точки зрения перспектив использования объективных, достоверных данных об оказании лечебно-диагностической помощи населению для математического моделирования и решения актуальных задач практического здравоохранения.

Библиографический список

1. Куликова А.А. Разработка формализованной истории болезни пациентов реаниматологического профиля // Современные проблемы развития техники и технологии. 2016. С. 23-26.

2. Куликова А.А., Сержантова Н.А. Структура информационных процессов средства заполнения формализованной истории болезни для отделений реанимации // Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы – 2016. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. С. 238-241.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ МОДЕЛЕЙ УЧЕБНЫХ КУРСОВ

А. А. Кузнецов, А. П. Новиков

Научный руководитель – Митрошин А. А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В [2, 3] была рассмотрена модель учебного курса. В рамках этой модели содержание курса предлагается описывать в терминах понятий, вводимых и используемых при проведении учебных занятий по различным дисциплинам, зависимостей между понятиями, возникающими при формировании одних понятий с использованием других, и последовательностью введения понятий.

Таким образом подробное описание включает следующие модели:

1) структурная модель – иерархическая структура курса, представляемая в виде дерева, корнем которого является название самой дисциплины, узлами – подразделы дисциплины, а листьями – конечные понятия;

2) временная модель – последовательность изучения дисциплины, определяющая порядок прохождения дисциплины во времени;

3) логическая модель – совокупность связей между понятиями внутри одной дисциплины и понятиями смежных дисциплин, определяющих взаимосвязь определений.

Для генерации моделей учебных курсов может использоваться разработанная программа Memoria, написанная на языке C++ в среде Qt Creator.

Из описанной структурной модели курса следует, что структура курса – это дерево, поэтому был разработан алгоритм генерации случайных корневых деревьев заданной высоты с заданным количеством листьев и с заданной максимальной валентностью. Разработанный алгоритм основывается на алгоритме Земляченко для ранжирования вершин дерева, который предназначен для определения изоморфизма деревьев [1].

После построения структурной модели курса определяется временная модель. Для этого определяется порядок изучения понятий (листьев дерева) и затем разбиваются понятия на модули (лекции, лабораторные и т.д.). Разработанная программа позволяет пронумеровать листья дерева «слева направо», а затем переставить их случайным образом и объединить в заданное количество модулей, отметив одним цветом понятия, входящие в один модуль.

Для определения логической модели курса в программе можно задать количество логических связей и вероятность связи понятия непосредственно с предыдущим понятием (что часто встречается на практике). Если понятие основано на предыдущем, то линия (логическая связь) отображается в программе синим цветом, если данное понятие влияет на последующее, то связь отображается красным цветом (см. рисунок 1 для одного понятия).

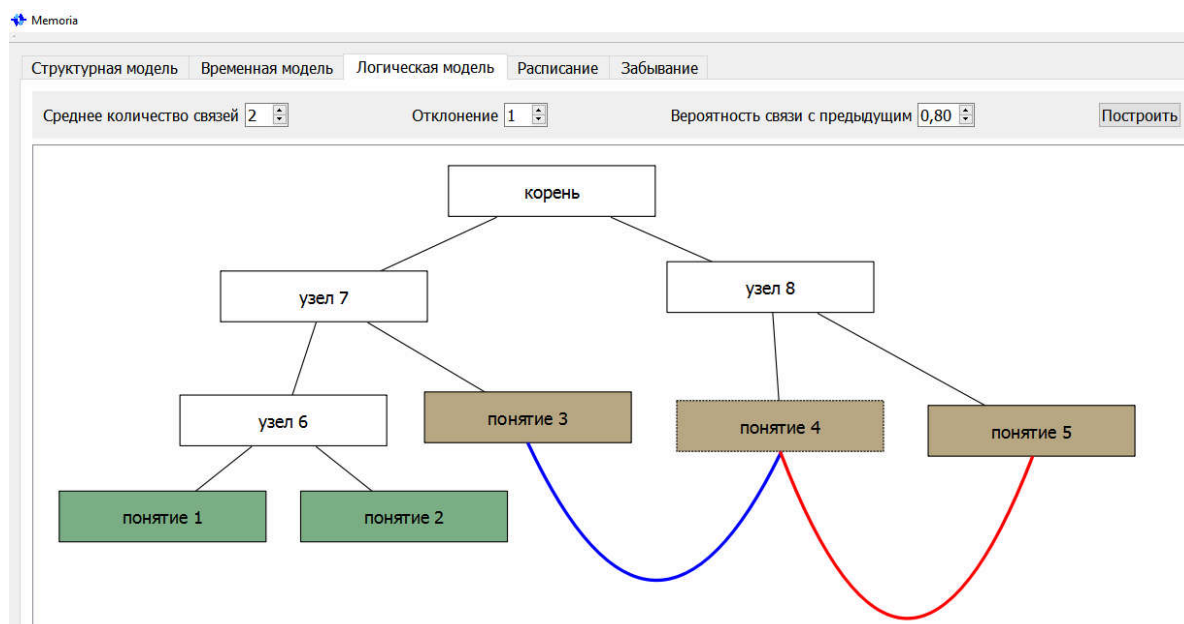


Рис. 1 – Сгенерированная модель учебного курса

Генерация случайных моделей учебных курсов предназначена для отладки системы имитационного моделирования процессов забывания материала учебных курсов.

Библиографический список

1. Евстигнеев В. А., Касьянов В. Н. Теория графов: алгоритмы обработки деревьев. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1994. – 360 с.
2. Кузнецов А. А. Информационная система моделирования содержания учебного процесса // Новые информационные технологии в научных исследованиях. XXI Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ. 2016, С. 216-217.
3. Кузнецов А. А., Митрошин А. А., Новиков А. П. Моделирование содержания дистанционного курса // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2017: мат. II междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф. – Рязань: РГРТУ. 2017, С. 207-211.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА «ПОСТРЕЛЯЦИОННЫЕ ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ»

А.В. Пудова

Научный руководитель - Маркин А.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В связи с постоянным ростом объема данных и нагрузки, традиционные, реляционные базы данных (БД) перестают в полной мере справляться с поставленными задачами. Особенно остро снижение быстродействия таких систем управления базами данных (СУБД) ощущается в случае, когда необходимо производить информационный обмен между двумя или большим числом БД распределенных информационных систем. Кроме того во время асинхронного обмена информацией может происходить нарушение целостности хранимых данных [1]. Все это повышает интерес к постреляционным СУБД и заставляет рассматривать возможность их использования. Они благодаря своей распределенной структуре находятся не в одном, а в нескольких местах, что позволяет, в частности, заменить один дорогой компьютер на несколько дешевых. Однако, несмотря на это и другие преимущества нового подхода к структуре БД, при создании информационных систем выбор падает на традиционные, а не на постреляционные БД.

Одной из причин является недостаточная осведомленность разработчиков программных средств с технологиями нового подхода, и поэтому они не решаются их использовать в проектах. Реляционные БД изучаются еще на этапе обучения в вузах, в то время как о постреляционных базах данных, разработчики могут узнать только при самостоятельном изучении.

Целью настоящей работы является рассмотрение концепции построения постреляционных БД, для ее сравнения с традиционным подходом, понимание соотношений структур баз данных и разработка информационного обеспечения курса «Постреляционные хранилища данных». Разработанный материал состоит из теоретической и практической частей.

В теоретической части проводится анализ постреляционных баз данных. Изучается технология построения запросов, особенности использования методов и команд, рассматриваются основы администрирования БД NoSQL-типа. Практическая часть курса предназначена для приобретения студен-

тами умений и навыков и заключается в выполнении лабораторного практикума. Выполнение лабораторных работ осуществляется в документоориентированной СУБД MongoDB, с помощью универсального кроссплатформенного менеджера DBeaver [2].

Лабораторный практикум выполняется по принципу поэтапного усложнения задач использования СУБД от создания базы данных до основ ее администрирования, создания резервной копии и сегментирования на нескольких компьютерах.

Лабораторный практикум состоит из следующих лабораторных работ.

1. Создание учебной базы данных. Знакомство с DBeaver и приобретение практических навыков создания и редактирования базы данных в PaСУБД MongoDB. Модификация данных БД.

2. Освоение методов и команд по изменению данных в БД MongoDB. Изучение возможностей менеджера DBeaver для работы с коллекциями.

3. Изменение структуры данных в БД MongoDB. Изучение возможностей СУБД по реорганизации связей между коллекциями.

4. Приобретение практических навыков выборки данных из одной и нескольких коллекций БД MongoDB.

5. Изучение программирования многотабличных и вложенных запросов на выборку данных.

6. Администрирование MongoDB: создание пользователей, ролей, резервное копирование и восстановление баз данных.

7. Реализация репликации и приобретение навыков горизонтального масштабирования данных при помощи шардинга.

8. Изучение взаимодействия между базами данных SQL- и NoSQL-типов и этапов работы с ними.

Библиографический список

1. Базы данных практическое применение СУБД SQL и NOSQL – типа для проектирования информационных систем: учеб. пособие/С.А. Мартишин, В.Л. Симонов, М.В. Храпченко. – Москва: ИД «Форум»: ИФРА – М, 2016. – 368 с

2. Постреляционные хранилища данных: учеб. пособие/ Ю.П. Парфенов. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 120 с

СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ ФРЕЙМОВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДЕЙСТВИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ

А.А. Епифанцев

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В работе [1] предложено использовать фреймовую модель представления знаний для описания взаимодействия с пользователем программной системы, описана возможность создания справочной системы, основанной на фреймах. Главной частью такой системы является иерархическая сеть фреймов для согласования действий пользователя.

Фреймовая модель представления знаний является предпочтительной для описания сценариев взаимодействия с пользователем, так как во многом схожа с моделью данных (образом), которую человек использует, когда сталкивается с новым для себя явлением и пытается формально описать его. Также фреймовая модель позволяет разрабатывать сложные, иерархически упорядоченные системы сценариев, что способствует разработке конкретных, полных и легко расширяемых систем взаимодействия с пользователем. Программные системы, основанные на фреймах, являются объектно-ориентированными, что облегчает разработку и поддержку таких, так как ООП в настоящее время является одной из наиболее распространенных парадигм.

Предлагается структура формирования иерархических сетей фреймов для программной реализации дедуктивного поиска знаний. Главной целью при решении задачи поиска является стремление найти такие представления, в рамках которых входная ситуация описана наиболее конкретно.

На верхнем уровне такой системы находится универсальный фрейм – описание любой возможной ситуации (в общем случае – неизвестной ситуации). Любая из ситуаций может быть классифицирована как неизвестная. На каждом последующем уровне формируется более конкретное описание сложившейся ситуации.

Согласование – это процесс подбора конкретного фрейма из системы фреймов, наиболее полно и точно описывающего реальное явление. Общая концепция согласования, описанная М. Минским в теории фреймов [2], нуждается в конкретизации, поэтому предлагается следующий способ организации этого процесса.

1. Выбирается наиболее общий базовый фрейм, описывающий все допустимые явления предметной области.

2. Базовый фрейм конкретизируется субфреймами, которые, в свою очередь, конкретизируются до тех пор, пока фреймы нижних уровней не будут описывать возможные явления наиболее полно и конкретно в рамках исследуемой предметной области.

3. В процессе согласования система пытается сопоставить исследуемое явление с фреймом, находящимся как можно ниже в составленной иерархии фреймов.

4. Фреймы, находящиеся на одном уровне, исследуются путем прямого перебора.

5. В идеале явление сопоставляется с одним из фреймов нижних уровней, когда дальнейшая конкретизация невозможна и поиск прекращается.

6. В случае, если явление не сопоставляется ни с одним из субфреймов какого-либо фрейма, то есть дальнейшее продвижение вниз по иерархии фреймов невозможно, делается вывод, что последний фрейм, сопоставление с которым прошло успешно – наиболее точное описание исходного явления, присутствующее в системе фреймов и поиск прекращается.

После завершения процесса согласования управление передается процедуре, инициализировавшей этот процесс.

Главным достоинством предложенного подхода является способность согласовывать абсолютно любое явление в рамках предметной области. Также структура иерархической системы фреймов позволяет расширять ее с целью конкретизации имеющихся описаний или добавления новых без из-

менения структуры в целом. К недостаткам фреймовых систем традиционно относят сложность разработки, так как не существует универсального подхода представления знаний в программном виде. На основе предложенного способа организации иерархических систем фреймов предполагается разработка программного обеспечения описания и выявления ошибочных действий пользователя для Интернет-приложения [3].

Библиографический список

1. Епифанцев А.А. Использование фреймовой модели представления знаний для описания взаимодействия с пользователем веб-ресурса // Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании: материалы XXI-й Всерос. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань, 2016. – С. 191-192.
2. Минский М. Фреймы для представления знаний: пер с англ./ под ред. Ф.М. Кулакова. – М.: Энергия, 1979. – 151 с.
3. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Анализ статистики использования Интернет-приложения обработки количественных числительных естественных языков // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2013. – № 4-1 (46). – С. 130-134.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А.Н. Мусолина

Научный руководитель – Нелидкин А.М.,

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Основные требования к системе дистанционного обучения были определены следующим образом:

- интерактивность, обеспечивающая диалоговый режим обучения;
- программно-аппаратная независимость, позволяющая вести обучение на любом аппаратном обеспечении и под управлением любой операционной системы;
- использование клиент-серверной модели взаимодействия с обучаемыми, как наиболее рациональной дешевой в разработке;
- высокая скорость обмена информацией, минимизирующая время ожидания при обучении;
- наличие развитой гипертекстовой структуры, для создания информационно-методического обеспечения дистанционного обучения (учебники, методические пособия, словари и т.п.) с использованием графических, мультимедийных возможностей современных персональных ЭВМ;
- возможность преподавателям достаточно просто создавать информационные материалы, даже не имея специальных знаний об используемых языках форматирования документа, а студентам просто использовать их;
- должны быть реализованы сервисы для проверки знаний;
- гибкая система управления учебным процессом;
- возможность использовать множество свободно распространяемых браузеров (Mozilla Firefox, Opera и т.п.), обладающих удобным стандартным

интерфейсом, которые адаптированы для всех существующих платформ компьютеров (IBM PC, рабочие станции Sun и т.д.) и операционных систем (Windows, UNIX);

- интеграция системы дистанционного обучения в глобальную информационную сеть и доступ широкому кругу пользователей;
- построение системы дистанционного обучения с минимальными материальными затратами на технику, которая бы соответствовала требованиям надежности и экологичности, позволяющую достичь максимального результата;
- возможность использования свободно распространяемых операционных систем для проектирования системы дистанционного обучения, а так же ее интеграции в глобальную информационную сеть;
- должна использоваться СУБД для хранения данных, позволяющая обеспечить быстрый доступ к данным, с минимальной стоимостью;
- оперативное резервное копирование БД штатными средствами СУБД.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИЯ СТЕГОАЛГОРИТМОВ

В.В. Савостьянич

УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Первоначально предлагалось вкладывать информацию в незначимые биты для уменьшения визуальной заметности. Развитие теории и практики алгоритмов сжатия изображений привело к изменению представлений о технике внедрения цифровых водяных знаков. Современный подход заключается во встраивании ЦВЗ в наиболее существенные области изображений, разрушение которых приведет к полной деградации самого изображения. В связи с этим стегоалгоритмы учитывают свойства системы человеческого зрения (СЧЗ), аналогично алгоритмам сжатия изображений.

Свойства СЧЗ можно разделить на две группы: низкоуровневые («физиологические») и высокоуровневые («психофизиологические»). Вплоть до середины 90-х годов исследователи принимали во внимание, главным образом, низкоуровневые свойства зрения. В последние годы наметилась тенденция построения стегоалгоритмов с учетом и высокоуровневых характеристик СЧЗ. [1]

Учеными были проведены исследования и в результате было установлено, что при малых значениях яркости СЧЗ порог неразличимости уменьшается, т.е. СЧЗ более чувствительна к шуму в этом диапазоне.

Частотная чувствительность СЧЗ проявляется в том, что человек гораздо более восприимчив к низкочастотному (НЧ), чем к высокочастотному (ВЧ) шуму. Это связано с неравномерностью амплитудно-частотной характеристики системы зрения человека. Экспериментально ее можно определить при помощи того же опыта, что и при яркостной чувствительности. Но на этот раз в центральном квадрате изменяются пространственные частоты до тех пор, пока изменения не станут заметными.

Элементы СЧЗ разделяют поступающий видеосигнал на отдельные компоненты. Каждая составляющая возбуждает нервные окончания глаза через ряд подканалов. Выделяемые глазом компоненты имеют различные

пространственные и частотные характеристики, а также различную ориентацию (горизонтальную, вертикальную, диагональную). В случае одновременного воздействия на глаз двух компонентов со сходными характеристиками возбуждаются одни и те же подканалы. Это приводит к эффекту маскирования, заключающегося в увеличении порога обнаружения видеосигнала в присутствии другого сигнала, обладающего аналогичными характеристиками. Поэтому, аддитивный шум гораздо заметнее на гладких участках изображения, чем на высокочастотных, то есть в последнем случае наблюдается маскирование. Наиболее сильно эффект маскирования проявляется, когда оба сигнала имеют одинаковую ориентацию и местоположение.

Можно показать, что частотная чувствительность тесно связана с яркостной. Известно также и выражение для определения порога маскирования на основе известной яркостной чувствительности, что позволяет найти метрику искажения изображения, учитывающую свойства СЧЗ. Такого типа математические модели хорошо разработаны для случая квантования коэффициентов дискретного косинусного преобразования изображения, так как именно оно применяется в стандарте JPEG.

Эффект маскирования в пространственной области может быть объяснен путем построения стохастических моделей изображения. При этом изображение представляется в виде марковского случайного поля, распределение вероятностей которого подчиняется, например, обобщенному гауссовскому закону.

Для внедрения скрываемой информации в аудиосигналы можно использовать методы, применимые в других видах стеганографии. Например, можно внедрять информацию, замещая наименее значимые биты (все или некоторые). Или можно строить стегосистемы, основываясь на особенностях аудиосигналов и системы слуха человека.

Систему слуха человека можно представить, как анализатор частотного спектра, который может обнаруживать и распознавать сигналы в диапазоне 10 — 20000 Гц. Систему слуха человека можно смоделировать, как 26 пропускающих фильтров, полоса пропускания, которых увеличивается с увеличением частоты. Система слуха человека различает изменения фазы сигнала слабее, нежели изменения амплитуды или частоты.

Высокоуровневые свойства СЧЗ пока редко учитываются при построении стегоалгоритмов. Их отличием от низкоуровневых является то, что эти свойства проявляются «вторично», обработавший первичную информацию от СЧЗ мозг выдает команды на ее «подстройку» под изображение. Перечислим основные из этих свойств.

1. Чувствительность к контрасту. Высококонтрастные участки изображения, перепады яркости обращают на себя значительное внимание.

2. Чувствительность к размеру. Большие участки изображения «заметнее» меньших размером. Причем существует порог насыщения, когда дальнейшее увеличение размера не существенно.

3. Чувствительность к форме. Длинные и тонкие объекты вызывают большее внимание, чем круглые однородные.

4. Чувствительность к цвету. Некоторые цвета (например, красный) «заметнее» других. Этот эффект усиливается, если фон заднего плана отличается от цвета фигур на нем.

5. Чувствительность к местоположению. Человек склонен в первую очередь рассматривать центр изображения.

6. Люди обычно внимательнее к изображениям переднего плана, чем заднего.

7. Если на изображении есть люди, в первую очередь человек обратит свое внимание на них. На фотографии человек обращает первоочередное внимание на лицо, глаза, рот, руки.

8. Чувствительность к внешним раздражителям. Движение глаз наблюдателя зависит от конкретной обстановки, от полученных им перед просмотром или во время него инструкций, дополнительной информации.

Библиографический список

1. Коханович, Г.Ф. Компьютерная стеганография: теория и практика/ Г.Ф. Коханович, А.И. Пузыренко. – К.: МК-Пресс, 2006. – 288с.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ЭКСПРЕСС-РАЗРАБОТКИ ОБЛАЧНЫХ WEB-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В. С. Назаркин

Научный руководитель – Маркин А.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Широкомасштабное внедрение информационных технологий (IT) в различные сферы деятельности человека определяет стремительное развитие процесса информатизации как одну из основных тенденций современного этапа образования [1].

Увеличение объемов информации, усложнение задач ее обработки и управления, повсеместное распространение высокоскоростных каналов Интернет-связи привели к развитию принципиально нового направления в области IT – облачных технологий, которые полностью перевернули представления о работе с информацией [2].

С каждым днем набирает обороты процесс перехода бизнеса от использования собственной IT-инфраструктуры к облачным сервисам. Эксперты прогнозируют, что к 2020 г. с облачными технологиями в той или иной мере будет иметь дело 78 % компаний, представляющих малый и средний бизнес [3]. Таким образом, разработка облачных WEB-приложений (WEB-ориентированных информационных систем) в настоящее время считается одним из наиболее перспективных направлений деятельности. В связи с этим, особого внимания заслуживает вопрос подготовки современного поколения специалистов.

На сегодняшний день существует достаточное количество облачных решений, которые можно использовать в учебных целях не только как принципиально новое средство, но и в качестве альтернативы традиционному программному обеспечению (ПО). Однако в большинстве случаев в образовательных учреждениях используется проприетарное ПО, притом содержание учебной и научно-методической литературы практически не учитывает возможности использования облачных решений, базовые функциональные

возможности которых отвечают всем основным требованиям к учебному программному обеспечению.

Следует отметить, что при выборе среды разработки WEB-приложений, разработчики все чаще уделяют внимание таким аспектам, как простота установки, настройки и сопровождения, масштабируемость, «скорость» разработки. Данные аспекты привели к появлению термина «экспресс-разработка» и ряда технологий, существенно упрощающих традиционный процесс разработки ПО.

Под технологией экспресс-разработки в рамках настоящей работы понимаются методы и средства экспресс-разработки WEB-приложений, приводится сравнение наиболее популярных методов: использование специализированных фреймворков или облачных платформ с интегрированными средами разработки и сравнение соответствующих данным методам средств.

В рамках настоящей работы для обучения студентов WEB-разработке, а так же знакомству с облачными технологиями, на основе анализа технологий экспресс-разработки, предлагается использование облачной платформы Oracle Application Express (APEX). Oracle APEX обеспечивает поддержку всех этапов разработки информационных систем, ее адаптацию для решения прикладных задач в любых предметных областях, хранение данных и разработку ПО непосредственно в облаке, предоставление доступа удаленно через WEB –интерфейс [4].

Таким образом, облачная платформа APEX позволяет существенно облегчить разработку, тестирование, развертывание и сопровождение приложений без необходимости инвестиций в инфраструктуру и программную среду, повышению знаний обучающихся студентов в областях WEB-разработки и облачных технологиях.

Главная задача настоящей работы заключается в разработке информационного обеспечения курса «Облачные технологии»: теоретического материала, методического обеспечения, а так же лабораторного практикума, содержащего ряд работ:

- Oracle APEX – среда экспресс-разработки WEB-ориентированных информационных систем. Регистрация рабочего пространства в облачном сервисе. Создание учебной БД.
- Разработка WEB-ориентированного приложения. Создание страниц-отчетов.
- Разработка WEB-ориентированного приложения. Создание страниц-форм; связывание форм и отчетов.
- Разработка WEB-ориентированного приложения. Редактирование меню. Русификация пользовательского интерфейса.

Библиографический список

1. Прокудин Д.Е. Информатизация отечественного образования: итоги и перспективы. Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики, 2011, No. 5 (11), Часть 4, 157–162.
2. Ткаченко В.А. Облачные вычисления (Cloud computing) // Облачные вычисления и сервисы на базе облачных вычислений: [Электронный ре-

курс]. 2014 — Режим доступа: <http://www.lessons-tva.info/archive/nov031.html>. (Дата обращения: 20.09.2017).

3. НОВОСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ, ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ, ВЕЩАНИЯ и ИТ: [Электронный ресурс] // Какие компании чаще всего переходят в облако, 2017 — Режим доступа: <http://www.comnews.ru/content/107481/2017-06-30/kakie-kompanii-chashche-vsego-perehodyat-v-oblako>. (Дата обращения: 25.09.2017).

4. Oracle Application Express: [Электронный ресурс]. 2017 – Режим доступа: <https://apex.oracle.com>. (Дата обращения: 25.09.2017).

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ «БОЛЬШИХ ДАННЫХ»

Е.О. Храмшина

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Целью доклада является обзор методов обработки BigData.

«Большие данные» или BigData — это совокупность подходов, инструментов и методов обработки структурированных и неструктурированных данных огромных объёмов и значительного многообразия для получения воспринимаемых человеком результатов, эффективных в условиях непрерывного прироста.

Сама по себе концепция «больших данных» возникла ещё во времена мэйнфреймов в 1970-х годах [4]. Специалисты утверждают, что «большими данными» допустимо называть любые потоки информации объемом более 100 Гб в сутки. По прогнозу IDC DigitalUniverse от 2012 года к 2020 году BigData возрастет до 7000 Эксабайт [4].

Примерами источников данных, для которых необходимы методы работы с «большими данными» могут быть: протоколы запросов пользователей к Интернет-ресурсу; данные, снимаемые с датчиков в большом адронном коллайдере; оцифрованные книги в Российской Государственной Библиотеке; информация о транзакциях всех клиентов банка; информация о покупках в крупной сети магазинов и т. д. [2].

В настоящее время трудно найти отрасль, где проблематика «больших данных» была бы неактуальной. Например, применение BigData в маркетинге позволяет бизнесменам узнавать потребности клиентов, оценивать их удовлетворенность услугами и продукцией [2].

BigData нужны управления объемом данных в сотни терабайт или петабайт, которые обычные реляционные базы данных не позволяют эффективно использовать, для организация неструктурированной информации, состоящей из текстов, изображений, видео и других типов данных и для анализа.

К проблемам, тормозящим внедрение проектов «больших данных», можно отнести: проблему выбора обрабатываемых данных, то есть определение того, какие данные извлекать, хранить и анализировать, а какие – не принимать во внимание[3]; проблему хранения больших объемов информации; проблему скорости, связанную с возможным замедлением и «торможением», вызываемым старыми методами обработок; проблему, связанную с отсутствием четких принципов работы с таким объемом данных; про-

блему этического характера, а именно нарушение границ личной жизни потребителей для сбора информации.

В основе большинства методик лежит статистика и информатика. Далее приведены некоторые методов обработки BigData и их описание.

- A/B testing. Контрольная выборка поочередно сравнивается с другими, что позволяет выявить оптимальную комбинацию показателей для достижения, наилучшей ответной реакции потребителей на маркетинговое предложение.

- Classification. Позволяет предсказать поведение потребителей в определенном сегменте рынка.

- Data fusion and data integration. Позволяет анализировать комментарии пользователей социальных сетей и сопоставлять с результатами продаж в режиме реального времени.

- Machine learning. Направление в информатике, известное как «искусственный интеллект», используется для создания алгоритмов самообучения на основе анализа эмпирических данных.

- Sentiment analysis. В основе лежат технологии распознавания естественного языка человека. Они позволяют вычлнить из общего информационного потока сообщения, связанные с интересующим предметом, оценить полярность суждения (позитивное или негативное), степень эмоциональности и прочее.

- Signal processing. Позволяет распознать сигнал на фоне шума и проанализировать его.

- Spatial analysis. Набор методов анализа пространственных данных – топологии местности, географических координат, геометрии объектов. Источником больших данных выступают геоинформационные системы.

- Визуализация. Методы графического представления результатов анализа больших данных в виде диаграмм или анимированных изображений для упрощения интерпретации облегчения понимания полученных результатов.

- И другие методики.

На 2011 год некоторые из перечисленных подходов позволяют реализовать на практике аналитические движки для работы с «большими данными», например, такие как MapReduce. Его принцип работы можно описать следующим образом: происходит распределение данных на рабочие узлы распределенной файловой системы для предварительной обработки, затем свертка уже обработанных данных. Например, для вычисления итоговой суммы алгоритм будет вычислять промежуточные итоги на каждом узле распределенной файловой системы, а затем суммировать их [1].

В рамках выпускной квалификационной работы предполагается разработать программную систему обеспечения по работе с «большими данными». В программной системе будут реализованы часть методов и унифицированные механизмы получения и обработки «больших данных».

Библиографический список

1. Jimmy Lin. Data-intensive Text Processing with MapReduce. [Текст]: /Jimmy Lin, Chris Dyer: Morgan & Claypool Publishers, 2010.

2. Фрэнкс Б. Революция в аналитике: Как в эпоху BigData улучшить ваш бизнес с помощью операционной аналитики. [Текст]: /Б. Фрэнкс. - М.: Альпина Паблишер, 2017. -320 с

3. Фрэнкс Б. Укрощение больших данных: Как извлекать знания из массивов информации с помощью глубокой аналитики. [Текст]: /Б. Фрэнкс. - М.: "Манн, Иванов и Фербер", 2014. -352 с

4. Tadviser. Большие данные (BigData). [Электронный ресурс]. 2005-2017.[http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Большие_данные_\(Big_Data\)#.D0.9C.D0.B5.D1.82.D0.BE.D0.B4.D0.B8.D0.BA.D0.B8_.D0.B0.D0.BD.D0.B0.D0.BB.D0.B8.D0.B7.D0.B0_.D0.B1.D0.BE.D0.BB.D1.8C.D1.88.D0.B8.D1.85_.D0.B4.D0.B0.D0.BD.D0.BD.D1.8B.D1.85](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Большие_данные_(Big_Data)#.D0.9C.D0.B5.D1.82.D0.BE.D0.B4.D0.B8.D0.BA.D0.B8_.D0.B0.D0.BD.D0.B0.D0.BB.D0.B8.D0.B7.D0.B0_.D0.B1.D0.BE.D0.BB.D1.8C.D1.88.D0.B8.D1.85_.D0.B4.D0.B0.D0.BD.D0.BD.D1.8B.D1.85) (Дата обращения: 18.09.2017)

ВЛИЯНИЕ АКТИВНЫХ АТАК НА УСТОЙЧИВОСТЬ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В.В. Савостьянич

**УО «Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники»**

Стеганографическая система является устойчивой, если удалось скрыть от злоумышленника факт скрытой передачи данных, а также способность противостоять попыткам злоумышленника удалить, исказить, изменить или разрушить скрытно передаваемые сообщения, а также способность подтвердить либо опровергнуть подлинность скрыто передаваемой информации.

К активным атакам относится два типа взлома стеганографической системы:

- видоизменение скрытой информации;
- запрет передачи информации как открытой, так и скрытой.

Существует достаточное количество методик для осуществления атак на стеганографическую систему. К ним относятся следующие ниже перечисленные виды атак [1]:

Атака на основании известного заполненного контейнера

Принцип работы данной атаки заключается в том, что злоумышленник имеет у себя несколько стегоконтейнеров и его основной задачей является в выявлении факта наличия стеганографического канала, а также в извлечении данных либо в определении ключа. При наличии ключа, злоумышленник имеет доступ к анализу других стеганосообщений;

Атака на основании известного встроенного сообщения

Данный тип атаки нацелен для защиты интеллектуальной собственности. Его основной задачей является в получение ключа и если скрытое сообщение стегоконтейнера неизвестно, то выполнить поставленную задачу крайне сложно;

Атака на основании выбранного скрытого сообщения

Данная методика направлена на получения от отправителя стегоконтейнер для анализа путем передачи к нему своих сообщений;

Атака на основании выбранного заполненного контейнера

Данный тип атаки нацелен для систем использующие цифровые водяные знаки. У стеганоаналитика есть детектор заполненных контейнеров в виде «черного ящика» и несколько таких контейнеров. Анализируя проде-

тектированные встроенные сообщения, злоумышленник пытается заполучить ключ;

Атака на основании известного пустого контейнера

Если пустой контейнер известен нарушителю, то путем сравнения его с подозреваемым на присутствие скрытых данных контейнером, он всегда может установить факт наличия стеганографического канала;

Атака на основании выбранного пустого контейнера

В данном случае злоумышленник способен заставить отправителя воспользоваться данным контейнером, где у контейнера имеются однородные области, которые в свою очередь обеспечивают для секретного внедрения дополнительную сложность;

Активные атаки способны изменить контейнер во время связи, когда злоумышленник может перехватить стеганограмму, которая была послана отправителем к принимающему, а затем изменить ее и отправить результат принимающей стороне. Такая атака дает лишь возможность частичной замены контейнера таким образом, чтобы принимающая сторона не заподозрила отличие измененного контейнера от оригинала.

При использовании активных атак, когда невозможно осуществить извлечение встроенной информации либо доказать факт наличия таковой, ее можно уничтожить путем добавления случайных помех в стеганограмму. В настоящее время в компьютерных системах применяют стеганографические преобразования с высокой избыточностью, которые устойчивы к трансформации контейнера. Т.е. при изменении поворота, масштаба, сканирования и т.д. устойчивость значительно снижается, что приводит к обнаружению скрытой информации.

Стеганографическая система является устойчивой к активным атакам, если встроенная информация не может быть заменена без значительных изменений контейнера [2].

Необходимо отметить, что существует и обратная взаимосвязь между надежностью стеганосистемы и ее устойчивостью. Чем более устойчивая стеганосистема будет к изменению контейнера, тем менее надежной она будет являться, т.к. устойчивость может быть достигнута помехоустойчивым кодированием, что приведет к существенным искажениям контейнера.

Можно выделить два подхода к созданию помехоустойчивых стеганосистем [2]:

- необходимо изначально чтобы стеганографическое преобразование проектировалось устойчивым к уничтожению скрытых данных определенных классов изменений;

- для восстановления начального вида стеганограммы необходимо использовать преобразования, которые имеют свойство обратимости к возможным изменениям.

Известно, что алгоритмы, которые работают в пространственной или временной областях менее устойчивы к модификациям по сравнению с стеганографическими преобразованиями, работают с частотной областью контейнера [3]. Используя все эти свойства, можно создать устойчивые стеганосистемы.

Библиографический список

1. Коханович, Г.Ф. Компьютерная стеганография: теория и практика/ Г.Ф. Коханович, А.И. Пузыренко. – К.: МК-Пресс, 2006. – 288с.
2. Хорошко В.О., Азаров О.Д., Шелест М.С., Яремчук Ю.С. Основы компьютерной стеганографии: Учебное пособие для студентов и аспирантов. – Винница: ВДТУ, 2003. – 143 с.
3. I.J. Cox, J. Kilian, F.T. Leighton and T. Shamoon, Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia. IEEE Trans. On Image Processing, Vol. 6, No 12, December 1997.

**НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ
СОРТИРОВКИ И ПОИСКА ДАННЫХ,
ОСНОВАННЫХ НА ТЕХНОЛОГИИ CUDA**

Т.А. Фетисова

Научный руководитель – Скворцов С.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Быстродействие является одной из основных характеристик вычислительного устройства, поэтому с начала развития процессоров было постоянное стремление повысить их производительность. Изменения, происходящие в области увеличения быстродействия, повлекли за собой ускоренное развитие имеющихся технологий и изобретение новых, основанных на параллельных вычислениях. Примером могут служить технологии OpenMP и OpenCL, задействующие центральный процессор. Однако наиболее интересной с точки зрения потенциальных возможностей является технология CUDA, основанная на использовании графического процессора фирмы NVIDIA.

Графический процессор состоит из нескольких мультипроцессоров. Каждый из них содержит вычислительные ядра, а также один управляющий блок, который поддерживает многопоточное исполнение [1]. Мультипроцессор состоит из потоков, которые объединяются в блоки потоков. За счет такой организации графического ускорителя обеспечивается очень мелкозернистый параллелизм [2], вплоть до выделения отдельного потока для обработки каждого элемента данных.

На сегодняшний день разработаны модификации алгоритмов сортировки и поиска данных [1, 3], ориентированные на параллельное многопоточное исполнение средствами графических процессоров. Основная идея заключается в определении таких фрагментов каждого алгоритма, которые можно выполнять одновременно, используя блочный режим распараллеливания в рамках технологии CUDA. Согласно данной технологии, были разработаны, модифицированы и аналитически исследованы алгоритмы параллельной быстрой сортировки, сортировки Шелла, бинарного поиска и интерполяционного поиска, а также практически реализованы и экспериментально исследованы многопоточные приложения, использующие графический процессор. Основываясь на исследовательских работах Виктора Пав-

ловича Гегеля (один из ведущих преподавателей МГУ), была проведена оценка вычислительной сложности разработанных алгоритмов.

Разработанные многопоточные программные приложения обладают огромным потенциалом для развития и исследования. Наиболее перспективными и практически значимыми представляются следующие направления дальнейших исследований:

1) использование не только блочного, но и других многопоточных режимов распараллеливания, предоставляемых пользователям технологией CUDA (например, мелкозернистый параллелизм, базирующийся на потоках, образующих блоки);

2) автоматизация процессов разработки многопоточных приложений, использующих технологию параллельного программирования CUDA, на основе библиотеки разработанных функций, возможно, с выбором оптимального режима распараллеливания.

Под автоматизацией процессов может подразумеваться, например, разработка программного модуля, основанного на теории нейронных сетей, и позволяющего после обучения сети выбирать подходящий алгоритм сортировки или поиска в зависимости от решаемой задачи.

Таким образом, применение технологии CUDA позволяет не только по новому взглянуть на существующие способы и методы распараллеливания данных, обеспечивающих значительное повышение скорости обработки данных без дополнительных затрат, но и реализовать интеллектуальный анализ обрабатываемых данных.

Библиографический список

1. Скворцов С.В., Пюрова Т.А. Параллельные алгоритмы сортировки данных и их реализация на платформе CUDA // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. - 2016. - № 58. - С. 42-48.

2. Скворцов С.В. Алгоритм планирования параллельных вычислений в многоядерных процессорах // Радиотехника. - 2016. - № 8. - С. 153-159.

3. Скворцов С.В., Пюрова Т.А. Разработка и исследование многопоточных программ поиска данных на платформе CUDA // Сборник трудов II Международной научно-технической и научно-методической конференции «Современные технологии в науке и образовании», СТНО - 2017. Рязань, 2017. - С. 121-125.

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОРРЕКТИРОВКИ ДОКУМЕНТОВ В ПРАВОВОЙ БАЗЕ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

А. А. Салтыкова, В. В. Александров

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются результаты теоретической проработки задачи автоматизированного поддержания в актуальном состоянии специализированной правовой базы обучающей системы «Трудовые отношения». При ее решении наиболее приоритетной проблемой является определение эффективного метода для корректировки соответствующих статей в документах правовой базы системы или дополнении их новыми статьями при

внесении изменений соответствующими Федеральными законами или других нормативно-правовых актов (НПА).

В процессе проведенного анализа ряда методик выявлено, что универсальная система, обеспечивающая естественно-языковой интерфейс, до сих пор не реализована. Это объясняется тем, что каждая лингвистическая теория имеет сложности с формализацией и не может полно и точно описать естественный язык. На основе систематизации методов анализа текста [1] определены разновидности, которые однозначно следует исключить из рассмотрения: интен-анализ, контент-анализ, фоносемантический, - в связи с нецелесообразностью их применения относительно реализации модуля и специфики системы в целом. Также можно не рассматривать дискурс-анализ, потому как он представляет собой совокупность методик и техник интеграции текстов как продуктов речевой деятельности [2].

В наибольшей степени подходит метод смысловой свертки. Он основан на процедуре последовательной «свертки» текстовых фрагментов документа, который вносит изменения в правовой акт, с текстовыми образами (фрагментами) заданного содержания. В рамках рассматриваемой системы используются три группы образов для выявления: 1) названия НПА системы, в который вносятся изменения, 2) статей конкретного НПА, подлежащие корректировке, 3) текстовых фрагментов изменений и места внесения их в соответствующую статью правовой базы. Образы состоят из слов, выбираемых из тематического словаря, и характеризуются значением взвешенной суммы, исходя из семантики образа. Определение НПА правовой базы системы, его статей и вносимых в них изменений осуществляется по текстовым образам. «свертка» с которыми дает наибольшее значение отклика при анализе вновь поступившего (нового) государственного или отраслевого НПА.

Программная реализация сопровождающего модуля для правовой базы обучающей системы находится на данный момент в завершающей стадии.

Библиографический список

1. Митина О.В., Евдокименко А.С. Методы анализа текста: методологические основания и программная реализация – Вестник ЮУрГУ, №40, 2010
2. Браун Дж. Дискурс анализ. – Кембридж: Кембридж Университет Пресс, 1983. – 288 стр.

БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ОТКРЫТОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

А.Н. Мусолина

Научный руководитель – Нелидкин А.М.,

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В основу построения системы дистанционного обучения должны быть использованы следующие базовые принципы открытого образования: стандартизации, универсальности и открытости.

Стандартизация подразумевает, базирование на стандартных сетевых технологиях (Internet) и на использовании стандартных баз данных, во-

вторых, унификацию требований, правил разработки и включения компонентов в систему дистанционного обучения.

Универсальность заключается в том, что система рассматривается не только и не столько как средство дистанционного обучения, но в основном как вспомогательная для заочной формы обучения, но не исключает очную. Система должна быть пригодна для создания курсов и изучения любых дисциплин: гуманитарных, социально-экономических, естественнонаучных и технических без какой-либо переналадки. Система должна предоставлять все известные технологии и методы дистанционного обучения: электронные учебники, обучающие материалы и тесты любой формы, электронные библиотеки, а также различные средства обмена информацией (форму, личные сообщения) и средства формирования групповых образовательных программ.

Под открытостью системы понимается обеспечение открытого доступа к обучающим ресурсам любому зарегистрированному пользователю в любое время. Система должна быть не просто совокупностью различных курсов дистанционного обучения, а представлять собой открытую, инвариантную к содержанию оболочку, позволяющую любому преподавателю, не владеющему программированием и компьютерными технологиями, создавать и использовать курсы дистанционного обучения в соответствии со своей научно педагогической квалификацией и опытом преподавания.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ УЧЕТА ОБУЧАЮЩИХСЯ ЗА ГРАНИЦЕЙ СТУДЕНТОВ РЕСПУБЛИКИ КОНГО

П.Б. Ессонга

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Новые технологии позволяют повысить эффективность различных сфер народного хозяйства и достичь определенного экономического результата. Однако каждый результат должен быть измеримым для того, чтобы можно было принимать рациональные решения.

С одной стороны, каждый год африканское государство Республика Конго отправляет более 350 студентов на учебу в разные страны мира (Россию, Китай, Канаду, Алжир, Марокко, Кубу, Францию и т. д.). Однако в стране отсутствуют государственные учреждения или коммерческие компании, которые бы вели учет и контролировали их успеваемость, результат их обучения (закончено обучение или нет), их социальный статус (профессию).

С другой стороны, в некоторых случаях государству приходится тратить деньги нерационально, чтобы приглашать иностранных специалистов для работы в стране, так как государство в настоящий момент переживает бурный рост. При этом не учитываются конголезские специалисты, которые могут быть полезны для развития государства.

Информационные системы в сети Интернет позволяют расширить круг пользователей по всему миру [1]. Поэтому для решения перечисленных выше проблем предлагается разработать веб-платформу, на которой сту-

денты, компании и государственные учреждения будут взаимодействовать между собой.

Веб-платформа должна иметь следующую функциональность.

При регистрации студенты должны указать фамилию и имя, дату рождения, дату получения направления на обучение, страну обучения, предварительный срок обучения, планируемую профессию, номер паспорта (чтобы быть уверенным, что студент является гражданином Республики Конго), номер телефона и адрес электронной почты.

Представители государственных учреждений и коммерческих компаний должны указать название учреждения или компании, адрес, их контактные данные и веб-сайт. Они должны указать также, чем они занимаются и специалисты для каких областей им необходимы, номер регистрации (лицензии).

У всех пользователей будет возможность изменить их данные.

Студенты будут иметь возможность закрыть доступы к его странице любого учреждения или компании.

С помощью даты направления будет рассчитано, сколько лет осталось до окончания учебы студентом.

Будет реализована поиск стажировки, если это требуется для студента. В этом случае автоматически будет создано объявление для учреждений и компаний о том, что студенту необходима стажировка.

Для реализации этой веб-платформы будут использоваться следующие технологии и языки программирования: для серверной части: язык PHP и система управления базами данных MySQL; для клиентской части: HTML 5, CSS 3, JavaScript, Json и Ajax.

Библиографический список

1. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Теоретико-множественное представление метода обработки количественных числительных естественных языков и особенности их перевода в различных странах // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2014. – № 50-2. – С. 69-75.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТОКОЛА IPSEC ПРИ ПОСТРОЕНИИ VPN В СРЕДЕ CISCO PACKET TRACKER

П.П.Маркина, А.Ю.Спиряев

Научный руководитель – Калинкина Т.И.

ст. пр.

Рязанский государственный радиотехнический университет

VPN (англ. Virtual Private Network — виртуальная частная сеть) это технология создания зашифрованных каналов в интернете, позволяющая организовать анонимный доступ в сеть и обход разного рода блокировок.

VPN –подразумевает наличие двух устройств (например, маршрутизаторов), между которыми имеется перманентный туннель, в этом случае, пользователи находятся за устройствами, в локальных сетях и на их компьютерах не требуется установки какого-либо специального программного обеспечения.

В туннеле обычно используется три прослойки протоколов:

1. Транспортный протокол (например, IP).
2. Протокол инкапсуляции (например, GRE).
3. Инкапсулированный (транспортируемый) протокол (например, IP, IPX, IPSec) – это собственно пакеты внутритуннельной сети, пользователь, подключенный к VPN-у отправляет пакеты, которые на входе в туннель становятся инкапсулированными, например, в GRE, который, в свою очередь, инкапсулируется в транспортный протокол.

IPsec (сокр. IP Security) — стек протоколов, предназначенных для обеспечения защиты данных, передаваемых по IP-сети.

Сам IPsec, как уже было указано ранее, состоит из нескольких протоколов, каждый из которых отвечает за конкретную стадию установления IPsec туннеля.

Задача IPsec сводится к тому, чтобы выбрать конкретные алгоритмы и механизмы и настроить соответствующим образом устройства, участвующие в создании безопасного соединения. IPsec находит применение в организации VPN-соединений.

При создании защищенного канала участникам данного процесса необходимо произвести следующие действия:

1. Аутентифицировать друг друга;
2. Сгенерировать и обменяться ключами;
3. Договориться с помощью каких протоколов шифровать данные;
4. Начать передавать данные в зашифрованный туннель;

Ядро IPsec составляют три протокола:

1. Authentication Header (AH).
2. Encapsulating Security Payload (ESP).
3. ISAKMP.

ISAKMP (Internet Security Association and Key Management Protocol) — это протокол, который служит для согласования и обновления политик безопасности (SA) между участниками VPN-соединения. В этих политиках как раз и указано, с помощью какого протокола шифровать (AES или 3DES) и с помощью чего аутентифицировать (SHA или MD5).

IKE (Internet Key Exchange protocol) — протокол обмена ключами по умолчанию для ISAKMP, на данный момент являющийся единственным. Данный протокол поддерживает набор различных примитивных функций для использования в протоколах.

Построения VPN соединения в среде Cisco Packet Tracker для ознакомления с работой протокола IPsec необходимо выполнить следующие действия:

1. Настройка ISAKMP policy (задание приоритета политики, выбор метода шифрования, выбор алгоритма хеширования и т.п.).
2. Определение IPsec Transform Set (Transform Set представляет собой набор параметров, в которых явно указано, как нужно обрабатывать пакет).
3. Создание Accesslist.
4. Создание Crypto map для IPsec (записи в криптографических картах устанавливают параметры политики безопасности IPsec для подлежащего шифрованию или аутентификации трафика).
5. Применение Crypto map к исходящему интерфейсу VPN-устройства.

6. Тестирование и проверка VPN с помощью эхо-запроса.
7. Проверка работы IKE с аутентификацией по pre-shared key .
8. Проверка работы IPsec.

Данная последовательность действий необходима для работы протокола IPsec, который обеспечивает корректное сетевое соединение.

Библиографический список

1. В. Олифер, Н. Олифер «Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник» (2016).
2. А. Сергеев «Основы локальных компьютерных сетей» (2016)
3. У. Одом «Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCNA ICND2 200-101. Маршрутизация и коммутация» (2016).
4. Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл «Компьютерные сети» 5-е изд. (2016).

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ РАСЧЁТА НАДЁЖНОСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Н.П. Князев, Д.М. Скуднев
Научный руководитель - Мицук С.В.
к.ф.-м.н., доц.

ФГБОУ ВО Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского

Эффективность использования информационных и технических систем напрямую зависит от уровня их надёжности. В современном мире повышенному вниманию к проблемам надёжности способствуют такие факторы, как усложнение устройств и условий эксплуатации на фоне отстающего уровня надёжности, а также повышенная важность задач, выполняемых с помощью использования сложных систем.

Надёжность системы можно рассчитать, воспользовавшись следующим алгоритмом:

1. Разделение системы на составляющие компоненты (первичные элементы и составные модули) и определение их характеристик надёжности. Характеристики надёжности первичных элементов определяются экспериментальным путём, а для модулей вычисляются отдельно;
2. Описание условий отказа. Отказ бывает внезапным (короткое замыкание, обрыв и т.п.) и постепенным (износ элементов, изменение параметров при долгой эксплуатации);
3. Построение структурной схемы. Различают следующие типы соединений элементов в схеме: последовательное, параллельное, мажоритарное, мостовое и комбинированное;
4. Определение характеристик безотказности всех элементов (с учётом их особенностей, характеристик и свойств);
5. Определение характеристик восстановления для последовательно соединённых элементов системы (если восстановление предусмотрено);
6. Определение характеристик надёжности последовательно соединённых элементов с учётом характеристик безотказности и восстанавливаемости;

7. Определение характеристик надёжности с учётом резервирования (избыточности).

Характеристики надёжности систем классифицируются по количеству характеризующих свойств и способу определения (расчётный, экспериментальный, эксплуатационный и экстраполированный). Также есть характеристики надёжности, которые используются при определении безотказности системы, что является важной задачей и определяет уровень надёжности. Одним из главных показателей безотказности является вероятность безотказной работы, т.е. вероятность того, что в определённый промежуток времени не произойдёт отказа системы и её компонентов. Вероятность безотказной работы $P(t)$ можно вычислить с помощью экспоненциального закона надёжности, имеющего следующий вид:

$$P(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda(x)dx\right], \text{ где}$$

$\lambda(x)$ - интенсивность отказов, т.е. плотность распределения времени безотказной работы для момента времени t , при условии, что до этого момента отказ не произошёл.

При расчёте вероятности безотказной работы можно придерживаться вышеуказанного алгоритма, учитывая все свойства системы (тип соединения элементов и их характеристики, резервирование).

Вышеуказанная формула, а также формулы по расчету надёжности систем различного типа составляют основу расчета надёжности произвольной комбинированной системы по следующей общей формуле:

$$P_{\text{комб}} = P_{\text{посл}} * P_{\text{парал}} * P_{\text{маж}} * P_{\text{мост}}$$

Созданный с помощью данной формулы программный модуль позволяет варьировать как число элементов системы, так и их параметры. При этом можно добавлять в систему целые модули элементов определенного типа соединения. В дальнейшем, при совершенствовании алгоритма программы, можно предотвратить простой системы, уменьшить эксплуатационные затраты, устранить отказы технических устройств, и, соответственно, свести к минимуму возможность аварийных ситуаций.

Библиографический список

1. Шкляр В.Н. Надёжность систем управления: учебное пособие. - Томск.: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 126 с.
2. Ушаков И.А. Вероятностные модели надёжности информационно-вычислительных систем. - М.: Радио и связь, 1991. - 132 с.
3. Острейковский В.А. Теория надёжности: учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 2003.

Секция 5
Технологии искусственного интеллекта
в проектировании

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА
МУРАВЬИНЫМ АЛГОРИТМОМ

Г.А. Попов, С.В Скворцов, д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается программная реализация муравьиного алгоритма для решения задачи коммивояжера. Данная задача заключается в отыскании самого выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный город. Математически она определяется как нахождение гамильтонова цикла минимального веса на взвешенном графе.

При решении данной задачи, сложность решения зависит от объема входных данных, так как при посещении очередной вершины графа перед алгоритмом встает вопрос в какой из городов, который он не посетил ранее, он должен оправиться. Для этого существует $(n-1)!$ вариантов для асимметричной и $(n-1)!/2$ вариантов для симметричной задачи коммивояжера. Значит размер пространства решений зависит экспоненциально от количества вершин. В докладе предлагается подход к распараллеливанию процесса решения задачи коммивояжера муравьиным алгоритмом с целью сокращения времени получения некоторого решения.

Муравьиный алгоритм [5] – это эвристический алгоритм, позволяющий получить некоторое решение задачи коммивояжера. Данный алгоритм отличается от других своей легкой настройкой через различные параметры и чем лучше настроен алгоритм, тем выше вероятность получить хороший результат за определенный промежуток времени.

Алгоритм основывается на моделировании поведения колонии муравьев в реальной жизни. Каждый раз проходя от муравейника до пищи и обратно, муравьи оставляют за собой дорожку феромонов. Другие муравьи, почувствовав такие следы на земле, будут инстинктивно устремляться к ним. Поскольку эти муравьи тоже оставляют за собой дорожки феромонов, то чем больше муравьев проходит по определенному пути, тем более привлекательным он становится для их сородичей. При этом, чем короче путь до источника пищи, тем меньше времени требуется муравьям на него – а следовательно, тем быстрее оставленные на нем следы становятся заметными.

Таким образом для решения задачи коммивояжера на графе необходимо назначить всем ребрам графа начальную порцию феромонов - небольшое положительное число. После этого требуется распределить случайным образом по вершинам графа муравьев. Каждый муравей помнит какие вершины графа он уже посетил и не будет стремиться посетить их еще раз. При каждом следующем шаге муравей выбирает вершину с вероятностью, зависящей от количества феромонов на ребре и от удаленности вершины. Чем ближе вершина и чем больше феромонов на этом ребре, тем более привлекательным является его выбор. После завершения маршрута каждый муравей оставляет след феромонов, обратно пропорциональный длине пройденного пути.

Следует учитывать, что можно легко попасть в локальный минимум. Поэтому вводится понятие «испарения феромона», т.е. после каждой итерации число – показатель феромонов уменьшается на определенное значение для всех ребер.

Для ускорения алгоритма целесообразно параллельно запускать муравьев в отдельных потоках выполнения, но тут следует учитывать, что слишком большое количество муравьев для малоядерных процессоров создаст очередь выполнения, которая будет замедлять работу алгоритма.

Однако при параллельном решении возникает проблема, когда именно пересчитывать феромоны на ребрах графа. Есть два варианта: можно пересчитывать каждый раз, когда очередной муравей прошел весь путь, либо, когда все муравьи прошли путь и ждут новой итерации алгоритма.

При первом подходе возникает сложность синхронизации потоков чтения/записи для значения феромонов. Второй вариант более удобен для многопоточной реализации.

Библиографический список

1. Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. / Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.

2. Ф.А. Новиков Дискретная математика: Учебник для вузов./ Питер, 2013. – 432 с.

3. Лунин Д.В., Скворцов С.В. Разработка параллельного генетического алгоритма для решения задачи коммивояжера на платформе CUDA // Системы управления и информационные технологии. - 2015. - № 2 (60). - С. 50-55.

4. Лунин Д.В., Скворцов С.В. Организация параллельных вычислений на платформе CUDA // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 49. С. 77-82.

5. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы // Exponenta Pro. Математика в приложениях, 2003, №4, с.70-75.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ КОМПОНОВКИ БЛОКОВ ЭВС БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ

А.Н. Сапрыкин, К.Д. Акинина, С.О. Баландин

Рязанский государственный радиотехнический университет

Генетические алгоритмы - это адаптивные эвристические рандомизированные методы поиска, представляющие собой подсемейство эволюционных алгоритмов, которые имитируют биологическую эволюцию и руководствуются принципами естественного отбора [1, 2].

Компоновка конструктивных блоков электронных средств является одной из важнейших задач конструкторского проектирования, возникающих на всех основных структурных иерархических уровнях.

В настоящее время большинство промышленных САПР не включают в себя этап компоновки или накладывают на нее множество ограничений. Это связано с высокими требованиями к ресурсам и сложностью обработки необходимых для вычислений массивов данных.

В рассматриваемом докладе авторами предлагается алгоритм компоновки электронных блоков ЭВС большой размерности, позволяющий учитывать множество входных ограничений, обладая при этом невысокой временную сложность.

Решение проблемы компоновки электронных блоков основано на их коммутационной схеме. Для алгоритмизации и формального решения проблемы осуществляется переход от коммутационной схемы к графу или гиперграфу. В результате данной постановки задачи она становится NP-полной, а ее решение сводится к делению графа на заданное число частей.

Разработанный алгоритм включает в себя следующие шаги:

1. Создание начальной популяции.
2. Вычисление функции полезности каждой особи.
3. Отбор родителей и их скрещивание.
4. Включение потомков в текущую популяцию.
5. Вычисление функции полезности потомков.
6. Проверка условия, все ли особи прошли через операцию скрещивания. Если нет, то переход к шагу 3.
7. Мутация всех особей в популяции.
8. Вычисление функции полезности каждой особи.
9. Отбор особей в новую популяцию.
10. Отбрасывание не включенных в новую популяцию особей.
11. Проверка условия останова алгоритма. Если нет, то переход к шагу 3.
12. Определение наиболее приспособленных особей.

Созданный авторами алгоритм компоновки блоков ЭВС большой размерности был протестирован с использованием разного количества элементов для компоновки и входных ограничений.

Библиографический список

1. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы: учеб. пособие / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. — 2-е изд. — М: Физматлит, 2006. — 320 с.
2. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. — 2-е изд. — М: Горячая линия-Телеком, 2008. — 452 с.

КРАТКИЙ ОБЗОР ВИДОВ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

А.И. Белогубец

Научный руководитель - Коротаев А.Н.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время известны несколько различных видов искусственных нейронных сетей. Рассмотрим некоторые широко распространенные виды, их особенности и структуру.

Самый известный, классический вид искусственных нейронных сетей - многослойный персептрон. Его структура представлена входным слоем, одним или несколькими скрытыми слоями нейронов и выходным слоем.

Обучение данного вида нейронных сетей происходит с помощью метода обратного распространения ошибки, а именно предоставления пар «входной вектор – правильный выход». Далее рассчитываются состояния скрытых нейронов, на выходе образуется итоговый вектор, который подлежит сравнению с правильным. Различия итогового и правильного вектора дают ошибку, которую следует распространить обратно по связям сети для корректировки весов нейронов для ее исправления. Большое количество проведенных опытов дает возможность обучения нейронной сети [1,2].

Многослойный персептрон может быть использован в задачах распознавания образов и прогнозирования временных рядов.

К недостаткам этого вида искусственных нейронных сетей можно отнести необходимость большой обучающей выборки и сложность визуализации процесса обучения сети.

Особый вид искусственных нейронных сетей – спайковые сети. Этот вид сетей дает возможность отразить процессы, происходящие в мозге человека.

В отличие от других искусственных нейронных сетей в спайковых сетях сигнал представляет собой набор импульсов (спайков) одинаковой амплитуды и длительности, и информация содержится не в амплитуде, а в интервалах между импульсами.

Для обучения спайковых сетей используются правила Хебба. Его суть заключается в зависимости увеличения веса межнейронных связей от активности нейронов, образующих данную связь. Для этого правила был придуман ряд усовершенствований, однако повторить возможности мозга в области обучения пока не удается.

Спайковые сети являются интересными для изучения моделей биологических сетей. В перспективе при создании подходящего алгоритма обучения этот вид сетей по функциональности превзойдет другие виды искусственных нейронных сетей. Моделирование масштабных спайковых сетей позволит получить много ценной информации о психических расстройствах, даст возможность классифицировать нормальный и ненормальный режимы работы различных отделов мозга. Однако пока выдающихся результатов с использованием спайковых сетей достигнуто не было.

Библиографический список

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
2. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 288 с.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

А.Н. Сапрыкин, В.Е. Никишин, В.В. Петренко

Рязанский государственный радиотехнический университет

Простой генетический алгоритм состоит из нескольких частей – генетических операторов. Основными генетическими операторами являются: селекция, мутация, скрещивание [1, 2]. Фактически, они являются функция-

ми, которые выполняют преобразования над элементами данных, именуемыми хромосомами или особями.

Для представления генетических операторов в коде программы создаются три функции: `select()`, `mutation()` и `cross()`. Для хранения популяции используется массив `population[]`, заполненный по умолчанию случайными двоичными значениями выбранной длины. Функция отбора `select()` имеет два входных параметра: массив, содержащий значения хромосом (`chromosomes[]`), и соответствующий ему массив, содержащий значения функции приспособленности особей (`fitness[]`). В рассматриваемом примере отбор осуществлялся методом рулетки, в ходе которого отрезок от 0 до 100 делится на сектора, соразмерные значениям функции приспособленности каждой хромосомы:

```
sectors = []
for i in range(0, lenfit):
    sectors.append(fitness[i] * 100 / fitSum)
```

, где `fitsum` – суммарное значение функций приспособленности, `lenfit` – длина массива `fitness[]`.

Затем создается новый массив `parents[]`. В ходе его заполнения отобранными особями для каждого элемента сначала генерируется случайное целое число от 0 до 100. С помощью визуализации диска, разбитого на сектора, определяется область, соответствующая выбранному числу. Диск имеет вращающуюся относительно центра стрелку, которая содержит два основных параметра: 1) `angle` – угол отклонения стрелки от начального положения; 2) `j` – номер сектора, на величину которого последний раз отклоняли стрелку. По умолчанию эти переменные равны нулю. С помощью поворота стрелки на величину `j`-го сектора (т.е. прибавления величины сектора к переменной `angle`) сравниваются значения угла со значением сгенерированного числа. Если последнее оказывается больше, то это означает, что сгенерированная точка находится в `j`-м секторе, если нет, то данные действия повторяются, на каждой итерации увеличивая значение `j` на единицу.

```
angle = 0
j = 0
while True:
    angle += sectors[j]
    if angle > rnd: break
    j += 1
```

, где `rnd` – сгенерированное число.

Функция `cross()` разбивает массив `parents[]` на пары, тем самым преобразовывая его в двумерный массив `pairs[2][]`. Для каждой пары случайным образом выбирается точка скрещивания, формируя массив `pointsOfCross[]`. После этого хромосомы с помощью побитовых операторов обмениваются частями заданного размера. Полученные значения добавляются в новый массив `children[]`.

```
children = []
p1Part = p2Part = 0
for i in range(0, lenParents // 2):
    for j in range(0, pointsOfCross[i] + 1):
        p1Part = p1Part | (pairs[i][0] & (1 << j))
```

```
p2Part = p2Part | (pairs[i][1] & (1 << j))
```

```
pairs[i][0] = pairs[i][0] & ~(1 << j)
```

```
pairs[i][1] = pairs[i][1] & ~(1 << j)
```

```
children.append(pairs[i][0] | p2Part)
```

```
children.append(pairs[i][1] | p1Part)
```

```
p1Part = p2Part = 0
```

Для определения вероятности мутации, функция `mutation()` сравнивает случайно сгенерированное число от 0 до 100 с процентным представлением вероятности мутации. Если сгенерированное число попадает в отрезок от 0 до значения вероятности, то данный оператор применяется к рассматриваемой особи. Мутация выполняется при помощи оператора «строгого или», операндами которого являются хромосома и сгенерированная константа. Константа генерируется таким образом, что только один бит, выбранный случайным образом, равен единице.

```
mutatNumber = 1 << random.randrange(0, lengthOfChromosome + 1, 1)
```

```
population[i] = population[i] ^ mutatNumber
```

, где `mutatNumber` - константа мутации.

Описанные генетические операторы последовательно применяются на каждой итерации алгоритма до достижения условия останова, в результате чего получается популяция, содержащая хромосомы с наилучшими значениями функции приспособленности.

Библиографический список

1. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы: учеб. пособие / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. — 2-е изд. — М: Физматлит, 2006. — 320 с.

2. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. — 2-е изд. — М: Горячая линия-Телеком, 2008. — 452 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ХРОМОСОМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ В СЕТЯХ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

А.Н. Сапрыкин, Е.Н. Сапрыкина

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В работе [1] был предложен генетический алгоритм балансировки нагрузки в сетях центров обработки данных, использующих двухфазную многоканальную маршрутизацию. Каждая особь образуется набором хромосом, соответствующих входящим сетевым потокам, которые делятся на две части и могут направляться от узла-источника к узлу-приемнику как напрямую, так и посредством промежуточного узла. Хромосома описывается последовательным набором элементов, таких, как балансировочный пара-

метр, промежуточный узел для первой части потока и промежуточный узел для второй части потока.

В докладе рассматриваются особенности реализации хромосом описанного алгоритма на примере интегрированной среды разработки Lazarus.

Хромосома может иметь переменную длину, что позволяет уменьшить суммарную длину особи. В качестве параметров указываются максимальная длина хромосомы, максимальное количество входных сетевых потоков, максимальное количество сетевых узлов и коэффициент точности разбиения сетевого потока.

```
chromosome = array[1..2*(maxstring*4+2*qlength)] of allele;
```

```
individual = record
```

```
  gen_ind:array [1..maxflow] of chromosome;
```

```
  x1_q1,x1_q2:array [1..maxflow] of fenotype;
```

```
  . . .
```

Для создания хромосом в начальной популяции особей реализована функция, генерирующая их случайным образом в двоичной системе счисления.

```
function chrom_random_generator:real;
```

```
begin
```

```
  randomize;
```

```
  chrom_random_generator:=random(65535)/(65535-1);
```

```
end;
```

```
function coin_toss(probability:real):boolean;
```

```
begin
```

```
  if probability=1.0 then coin_toss:=true
```

```
  else coin_toss:=( chrom_random_generator <=probability);
```

```
end;
```

Также особенностью программной реализации является возможность реконфигурации запрещенных групп генов в хромосомах.

Библиографический список

1. Сапрыкин А.Н. Генетический алгоритм балансировки нагрузки в сетях центров обработки данных, использующих двухфазную многоканальную маршрутизацию / А.Н. Сапрыкин, Е.Н. Сапрыкина // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2017: сб. тр. междун. науч.-практич. и научн.-практ. конф.: в 8 т.; под ред. О.В. Миловзорова. – Рязань:РГРТУ, 2017. – Т.4 – С. 253-255.

РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ ОПЕРАТОРОВ КЛАССИЧЕСКОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

А.Н. Сапрыкин, А.С. Буробина

Рязанский государственный радиотехнический университет

Генетический алгоритм представляет собой процедуру поиска, базирующуюся на таких механизмах как естественный отбор и наследование. В его основе лежит принцип «выживания» наиболее приспособленной особи из всей популяции.

При помощи разработанной библиотеки решается задача поиска соответствий элементов множества А элементам множества В. Каждый элемент множества описывается списком атрибутов и их значений. Каждый атрибут списка имеет свою важность в характеристике объекта множества, которая выражается целочисленным весовым коэффициентом. Данные характеристики элементов множеств формируют вес объекта, который рассчитывается по формуле:

$$W_i = \sum_{j=0}^{N_i} (C_{ij} \cdot R_{ij}),$$

где

W_i – вес i -го элемента,

N_i – количество атрибутов i -го элемента,

C_{ij} – относительный вес j -го атрибута i -го элемента,

R_{ij} – ранжированный коэффициент значения j -го атрибута i -го элемента.

Кратко рассмотрим реализацию шагов классического генетического алгоритма в библиотеке.

Для формирования стартовой популяции необходимы множество объектов В, по которым производится распределение, множество распределяемых объектов А, максимальное число элементов множества А, соответствующих одному элементу множества В и число генотипов в популяции. Число хромосом в генотипе будет равно числу элементов в множестве В. На множества накладывается следующее ограничение: мощность множества В больше или равна мощности множества А. Каждому элементу множества В ставится в соответствие как минимум один элемент множества А.

Оценка приспособленности генотипов в рамках популяции производится в два этапа: на первом этапе вычисляется приспособленность каждой хромосомы в пределах генотипа, на втором – оценивается приспособленность самого генотипа.

На этапе оценки условия завершения алгоритма проверяется, изменилось ли значение приспособленности лучшего генотипа в популяции в течение k итераций алгоритма, а, также, не достигнут ли заданный предел числа итераций.

При невыполнении условий завершения алгоритма производится селекция хромосом. В библиотеке реализованы три метода селекции: метод рулетки, турнирный метод и ранговый метод. Независимо от выбранного метода селекции в родительский пул включается генотип с наилучшим значением функции приспособленности. На этапе селекции формируется родительский пул генотипов.

В новую популяцию включаются только потомки и лучший предок, то есть применяется элитарная стратегия. Потомки формируются путем применения генетических операторов (мутация и селекция) и копированием случайной хромосомы из родительского пула. Выбор способа формирования каждого следующего потомка происходит случайным образом в зависимости от заданных вероятностей применения генетических операторов.

Разработанная библиотека является универсальной и может использоваться для поиска соответствий множеств в различных предметных областях.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ С РЕЦЕССИВНЫМИ ГЕНАМИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А.О. Звонов

Научный руководитель – Янишевская А. Г.

д.т.н., проф.

ФГУП «ФНПЦ «Прогресс», г. Омск

Омский государственный технический университет

В докладе рассматривается вопрос применения в проектировании известного решения из живой природы. Живой организм рассматривается как объект проектирования под определенные условия среды. Отмечено, что присущие живому организму внешние признаки (фенотип) в природе «закодированы» в генетическом коде (генотипе организма) со значительной избыточностью. Основная причина этого - наличие механизма доминантности-рецессивности, наблюдаемого в работе реальных «биологических» генов [1]. Принципиальными особенностями генотипа, использующего подобный механизм, являются:

- 1) высокая эффективность оптимизации целевых функций, изменяющих свои параметры в процессе оптимизации;
- 2) постоянное наличие двойной избыточности в генотипе популяции;
- 3) значительное увеличение разнообразия генов в генотипе без снижения скорости оптимизации;
- 4) необходимость в определении правил взаимодействия между рецессивными и доминантными генами.

Сделан вывод о том, что первая из этих особенностей может быть применена для повышения эффективности оптимизации сложных технических объектов.

Приводится практический пример такого объекта – резинокордный патрубок (РКП), эксплуатационные характеристики которого во многом определяются углами нитей силового каркаса к оси патрубка [2]. Оптимизация конструкции РКП с целью обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик является классической проектной процедурой. Однако для того, чтобы изделие отвечало современным требованиям себестоимости и длительности изготовления, технологический процесс его изготовления также должен быть оптимизирован. При этом угол нити многократно изменяется при прохождении различных технологических операций. Таким образом, оптимизация РКП в целом представляет собой последовательную оптимизацию его конструкции на системном, конструктивном и технологическом уровнях. Отмечен ряд преимуществ такого подхода по сравнению с решением комплексной задачи оптимизации по всем имеющимся критериям:

- могут быть использованы уже имеющиеся математические модели без их преобразования к единому виду;
- сам процесс оптимизации с использованием генетического алгоритма является универсальным и не зависит от таких факторов как различия в

методах решения используемых систем уравнений и даже (в разумных пределах) от размерности задачи.

Библиографический список

1. Северцов А.С. Теория эволюции: учеб. для студентов вузов. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 380 с. : ил.
2. Корнеев, С. А. Расчётная модель сетчатой оболочки вращения для резинокордного патрубков / С. А. Корнеев, М. И. Трибельский // Омский научный вестник. – Сер. Приборы, машины и технологии. – 2012. – №1(107). – С. 101–109.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ

П.Ю. Чесалин П.В. Шелехин

Научный руководитель – Корячко В. П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В данной работе рассматриваются различные алгоритмы построения деревьев решений.

Данная тема является актуальной, так как деревья решений - это один из наиболее популярных методов решения задачи классификации.

ДР представляют собой древовидные иерархические конструкции, состоящие из решающих правил вида «Если...то». Для определения к какому классу относится некоторый объект или ситуация требуется ответить на вопросы, стоящие в узлах этого дерева, начиная с корня [1]. В основе работы ДР лежит принцип рекурсивного разбиения исходного множества данных на подмножества.

В настоящее время существует большое количество алгоритмов построения деревьев решений. К ним относятся CART, C4.5, NewId, ITrule, CHAID, CN2 и т.д. Далее будут рассмотрены три наиболее популярных алгоритма: ID3, C4.5 и CART.

Алгоритм ID3 является одним из наиболее простых алгоритмов построения. Для выбора атрибута в алгоритме ID3 используется критерий прироста информации (уменьшения энтропии) [3]. К преимуществам алгоритма ID3 можно отнести его простоту и возможность построения не только бинарных ДР. Основным недостатком алгоритма ID3 является тенденция к переобучению.

Алгоритм C4.5 является развитием алгоритма ID3. Для уменьшения склонности алгоритма к переобучению в данном алгоритме вводится дополнительный показатель, который представляет собой оценку потенциальной информации, созданной при разбиении множества T на n подмножеств [4]. Достоинствами алгоритма C4.5 являются меньшая, чем в ID3 склонность к переобучению, возможность работы с пропущенными значениями атрибутов и то, что в отличие от алгоритма CART, алгоритм C4.5, как и ID3, позволяет строить произвольные деревья решений не являющиеся бинарными.

Алгоритм CART. Данный алгоритм был предложен в 1984 г. ДР, построенные с помощью CART, являются бинарными, то есть содержат только два потомка в каждом узле [2]. Главным преимуществом алгоритма CART является возможность построения как классификационных, так и регрессионных моделей. К недостаткам можно отнести то, что данный алгоритм может строить только бинарные деревья решений.

Библиографический список

1. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям (+ CD): учеб. пособие. – 2-е изд., испр. – СПб.: Питер, 2013. – 704 с.: ил.
2. L. Breiman, J.H. Friedman, R.A. Olshen, and C.T. Stone. Classification and Regression Trees. Wadsworth, Belmont, California, January 1984. – p. 368.
3. Quinlan, J. R. 1986. Induction of Decision Trees. Mach. Learn. 1, 1 (Mar. 1986).
4. Quinlan, Ross J. C4.5: Programs for Machine Learning (Morgan Kaufmann Series in Machine Learning). Morgan Kaufmann, January 1993. – p. 302.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОПЕРАТОРОВ СЕЛЕКЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

А.С. Буробина

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Селекция является оператором случайного выбора одного индивида из популяции, который основывается на значениях оценочных функций всех индивидов текущей популяции. Чем выше у индивида значение функции приспособленности, тем выше вероятность его попадания в родительский пул, из которого формируется новая популяция.

В данной работе рассматриваются три метода селекции: метод рулетки, турнирный метод и ранговый метод.

При селекции методом рулетки каждому генотипу популяции сопоставляется сектор «колеса рулетки», величина которого пропорциональна значению функции приспособленности данного генотипа. Данный метод селекции работает с неотрицательными значениями функции приспособленности. Вероятность выбора генотипа в родительский пул определяется формулой:

$$P_i = \frac{F_{\text{генотип } i}}{\sum_{j=0}^G F_{\text{генотип } j}},$$

где

P_i – вероятность выбора i -го генотипа,

$F_{\text{генотип } i}$ – функция приспособленности i -го генотипа,

$\sum_{j=0}^G F_{\text{генотип } j}$ – суммарное значение функций приспособленности всех генотипов популяции.

Турнирный метод строится на выборе из группы генотипов «победителя» с лучшим значением оценочной функции. Группа формируется случайным

образом, и все генотипы имеют равные вероятности попадания в группу. Длина группы должна находиться в пределах от 2 до общего числа генотипов в пуле.

Ранговый метод построен на работе не напрямую со значениями функций приспособленности, а с нормированными рангами, которые присваиваются генотипам на основе функций приспособленности. Данный алгоритм содержит следующие этапы:

1. сортировка массива генотипов по возрастанию функций приспособленности;

2. определение значений рангов отсортированного массива. Ранг элемента равен либо его порядковому номеру в массиве, либо сумме порядковых номеров элементов с одинаковой оценочной функцией, деленной на число этих элементов;

3. соотнесение рангов с элементами исходного неупорядоченного массива;

4. формирование родительского пула методом рулетки, работающим с массивом рангов.

Рассмотрим работу методов селекции, запустив работу генетического алгоритма, решающего задачу поиска соответствий элементов одного множества элементам другого множества, с одинаковыми параметрами. Результат представим в виде графика (рис. 1), на котором отображены номер популяции и функция приспособленности.

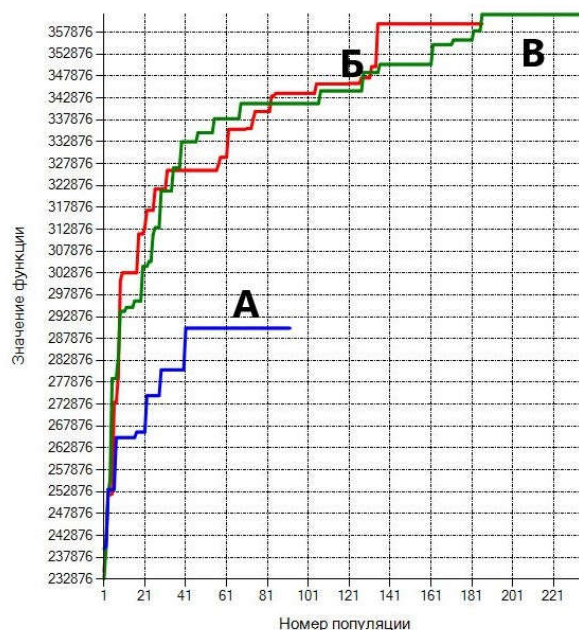


Рис. 1 – Результаты работы генетического алгоритма с разными методами селекции: А – метод рулетки, Б – турнирный метод, В – ранговый метод

Функция приспособленности результата, полученного при использовании метода рулетки значительно меньше остальных. Это объясняется тем, что особи с очень малым значением функции приспособленности слишком быстро исключаются из популяции, что приводит к преждевременной сходимости генетического алгоритма. Турнирный и ранговый методы селекции при тестировании демонстрируют лучшую сходимость и плотность результатов. Стоит отметить, что при увеличении размера группы сравнения в

турнирном методе скорость работы алгоритма увеличивается, но точность результата снижается, так как вероятность преждевременной сходимости из-за исключения неконкурентных генотипов повышается.

АЛГОРИТМ ПЕРВИЧНОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ВРАЧА-ГЕМАТОЛОГА

М.А. Луныкова, М.А. Бакулева

**Рязанский государственный радиотехнический университет
Рязанский государственный медицинский университет им. акад.
И.П. Павлова**

В докладе предлагается алгоритм интерпретации исходных данных, полученных в результате первичной медицинской диагностики (общего анализа крови) для реализации совещательного компонента ЭС.

Разработанный алгоритм основывается на математической модели, описанной в [1]. Согласно предложенной модели факт попадания результатов анализа конкретного пациента в утвержденный Минздравом диапазон нормальных значений по каждому исследуемому показателю [2,3] можно рассматривать как булеву переменную, где нулевое значение будет соответствовать отступлению от нормы. В результате, стандартный бланк общего анализа крови можно преобразовать в таблицу истинности вида табл.1.

Таблица 1. Преобразование результатов ОАК в таблицу истинности

Показатель	Результат	Норма	Значение истинности
Гемоглобин	112	100-120	1
Эритроциты	4,2	4-5	1
Цветовой показатель	0,9	0,85-1,05	1
Тромбоциты	109	150-320	0
Лейкоциты	7,7	4-9	1
Эозинофилы	3	0-5	1
Базофилы	0,5	0-1	1
Лимфоциты	30	18-40	1

Значение крайнего столбца интерпретируется как булева функция, размерность которой обусловлена числом исследуемых показателей ОАК и вычисляется по формуле: $2^{\lceil \log_2 n \rceil}$, где n-количество исследуемых показателей (таблица 2).

Таблица 2. Таблица истинности для полученной функции

x_1	x_2	x_3	$f(x_1, x_2, x_3)$
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Алгоритм преобразования результатов ОАК в таблицу истинности:

Шаг 1. В цикле для i -того показателя ($i = \overline{1, n}$, n – количество исследуемых показателей) формируется значение в двоичной системе счисления, соответствующее десятичному эквиваленту $i-1$ {то есть, например, для первого значения (показатель гемоглобина) будет сформирован набор 000}.

Шаг 2. Если значение i -того показателя $x_i \in$ диапазону нормальных значений, то переход к шагу 3, иначе к шагу 4.

Шаг 3. Для сформированного набора записывается значение булевой функции $f(i-1)_2 = 1$.

Шаг 4. Для сформированного набора записывается значение булевой функции $f(i-1)_2 = 0$.

Конец цикла.

Шаг 5. Формирование десятичного номера: если $f(i-1)_2 = 1$, то производится поиск десятичного эквивалента $d(i-1)_2$ двоичного набора из таблицы соответствия (таблица 3).

Таблица 3. Таблица десятичных эквивалентов

x_1	x_2	x_3	$d(i-1)_2$
0	0	0	128
0	0	1	64
0	1	0	32
0	1	1	16
1	0	0	8
1	0	1	4
1	1	0	2
1	1	1	1

Шаг 6. Искомый номер результата $N = \sum_{(i-1)_2, f(i-1)_2=1} d(i-1)_2$

Таким образом, в данном примере получена функция $f(x_1, x_2, x_3) = \overline{x_1} \vee x_2 \vee x_3$ с номером результата $N=111$.

Разработанный предлагается реализовать как модуль интерпретирующего компонента машины вывода для дальнейшей автоматизации обработки клинических данных [4].

Библиографический список

1. Бакулева М.А., Лунякова М.А. Математическая модель результатов первичной диагностики для экспертной системы врача-гематолога В сборнике: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ Межвузовский сборник научных трудов. РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ. Рязань, 2017.

2. Румянцев А.Г., Масчан А.А., Сметанина Н.С., Масчан М.А., Лукина Е.А., Лунякова М.А. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению анемии Даймонда-Блекфена у детей. Москва, 2015.

3. Румянцев А.Г., Масчан А.А., Демихов В.Г., Морщакова Е.Ф., Лунякова М.А., Инякова Н.В. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению анемии хронических болезней у детей. Москва, 2015.

4. Бакулев А.В., Бакулева М.А. Построение ассоциативных правил на основе дифференцирования графовой модели анализируемой выборки // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 46-2. С. 86-89.

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

А.В. Соколов

Научный руководитель – Бакулева М.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Под оптимальной маршрутизацией понимается нахождение маршрута, удовлетворяющего определённым критериям. В простейшем случае под критерием понимается протяжённость пути, и задача сводится к нахождению кратчайшего пути. В качестве модели традиционно используется граф.

Алгоритм поиска в ширину (BFS) позволяет найти путь из одной вершины графа в другую с минимальным количеством рёбер. Поиск в ширину работает путём последовательного просмотра отдельных уровней графа, начиная с вершины-источника [1]. Однако, этот алгоритм используется только в невзвешенных графах.

Далее приведены наиболее популярные алгоритмы поиска кратчайшего пути во взвешенном графе, V – количество вершин, E – количество рёбер:

- алгоритм Форда – Беллмана (сложность $O(VE)$);
- алгоритм Дейкстры (сложность $O(V^2)$);
- алгоритм Флойда-Уоршелла (сложность $O(V^2)$);
- алгоритм Джонсона (сложность $O(V^2 + \log(V) + VE)$).

Два последних алгоритма работают с ориентированными графами, алгоритм Форда – Беллмана позволяет работать с отрицательными весами рёбер [2].

Если рассматривать задачу передачи чего-либо из одной точки в другую, то необязательно будет использоваться только один путь. При максимизации количества переданного из одной вершины к другой задача сводится к поиску максимального потока в транспортной сети. Некоторые алгоритмы представлены ниже [2]:

- алгоритм Форда-Фалкерсона (сложность зависит от алгоритма поиска увеличивающего пути);
- алгоритм Эдмондса-Карпа (сложность $O(VE)$);
- алгоритм Диница (сложность $O(VE \log(V))$);
- алгоритм проталкивания предпотока (сложность $O(V^2E)$);
- алгоритм «поднять в начало» (сложность $O(V^3)$).

Алгоритм Эдмондса-Карпа является модификацией алгоритма Форда-Фалкерсона, где для поиска увеличивающего пути используется алгоритм поиска в ширину, что позволяет находить максимальный поток в транспортной сети с минимальным количеством переходов. Для поиска кратчайшего пути можно использовать алгоритм Форда-Беллмана, который также позволяет искать циклы с отрицательными весами. Таким образом решается задача о максимальном потоке минимальной стоимости, где под стоимостью понимается расстояние.

Для учёта переменной пропускной способности необходимо разработать математическую модель. Наиболее простым решением является задание параметра пропускной способности для ребра с помощью функции, зависящей от времени. Анализ поведения этой функции позволит рассчитывать оптимальный поток в транспортной сети.

Библиографический список

1. Поиск в ширину [Электронный ресурс] // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Поиск_в_ширину.
2. Корячко В.П., Гостин А.М., Бакулева М.А., Бакулев А.В. Дискретная математика. Учебное пособие. Рязань: РГРТУ, 2011. 178с.

Секция 6
Информационные системы и процессы

**АНАЛИЗ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ АЛГОРИТМОВ
ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

А.А. Столбова

Научный руководитель – Прохоров С.А.

д.т.н., проф.

Самарский университет

Вейвлет-преобразование, являющееся одним из активно применяющихся методов анализа сигналов в медицине, при распознавании изображений, подавлении шума и других областях, определяются выражением [1, 2]:

$$W(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} y(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt,$$

где $y(t)$ – случайный процесс, $\psi(t)$ – выбранный анализирующий вейвлет, $a \neq 0$ – параметр масштаба, $b \geq 0$ – параметр сдвига.

Для вычисления вейвлет-преобразования процесса разработан алгоритм вычисления значений анализирующего вейвлета:

Шаг 1. Определить число отсчетов вейвлета, попадающих в ширину w_t для текущего значения масштаба a_i :

$$n_i = \text{ent} \left[\frac{w_t}{\Delta t_0} + 0,5 \right],$$

где $\text{ent} []$ – операция взятия целой части, Δt_0 – интервал дискретизации вейвлета.

Шаг 2. Вычислить значения вейвлета:

$$\psi_{i,k} = \frac{1}{\sqrt{a_i}} \psi\left(\frac{k\Delta t_0}{a_i}\right),$$

где $k = -\text{ent} \left[\frac{n_i}{2} \right] \dots \text{ent} \left[\frac{n_i}{2} \right]$.

Шаг 3. Повторить пункты 1 и 2 для каждого i -го масштаба.

Рассмотрим следующие характеристики алгоритмов вычисления вейвлет-преобразования с применением разработанного алгоритма и без: W – число операций вычисления вейвлетов; A – число операций сложения; M – число операций умножения. Классический подход к вычислению коэффициентов вейвлет-преобразования характеризуется следующими показателями:

$$W = A = M = N_a N_b N,$$

где N_a – число масштабов вейвлет-преобразования, N_b – число сдвигов, N – число отсчетов исследуемого процесса.

В предлагаемом подходе, с применением предложенного выше алгоритма, число вычислений вейвлетов W уменьшается в N_b раз за счет того, что вейвлет рассчитывается один раз и его значения хранятся в памяти. Кроме того, все характеристики уменьшаются в N/n_i раз, т.к. рассматривается только эффективная ширина вейвлета. Таким образом, алгоритм имеет следующие характеристики:

$$\begin{cases} W = N_a n_i, \\ A = M = N_a N_b n_i, \end{cases}$$

где $n_i \leq N$ и зависит от текущего масштаба (чем меньше масштаб, тем уже ширина вейвлета, а, следовательно, меньше n_i).

Сравним подходы к определению коэффициентов вейвлет-преобразования.

В качестве эксперимента сгенерирована синусоида с $\Delta t_0 = 0,2$, $N=2000$, $\omega=2$ рад/с. Вейвлет-преобразование вычислялось с 8-ой производной Гаусса, $N_a = 200$, $N_b = 250$.

Для сравнения скейлограмм вейвлет-преобразования введем следующую величину:

$$\delta_{ск} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{N_a-1} (S_i - \hat{S}_i)^2}{\sum_{i=0}^{N_a-1} S_i^2}},$$

где \hat{S} – оценка скейлограммы.

В таблице 1 приведены результаты сравнения алгоритмов.

Таблица 1 – Результаты сравнения алгоритмов

	Классический	Оптимальный
t, мс	2563	110
$\delta_{ск}$	0	0,0053

Предложенный алгоритм обладает лучшим быстродействием без значительной потери точности вычислений за счет сокращения числа умножений при вычислении коэффициентов.

Библиографический список

1. Короновский, А.А. Непрерывный вейвлетный анализ и его приложения / А.А. Короновский, А.Е. Храмов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 176 с.
2. Прохоров, С.А. Вейвлет-преобразование нерегулярных процессов без восстановления пропущенных отсчетов / С.А. Прохоров, А.А. Столбова // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017) : труды Международной научно-технической конференции. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2017. – С. 154-156.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФОНДОВОГО РЫНКА

А. В. Губайдуллин

Научные руководители – Вахитов Г.З., к.э.н, доц.;

Еникеева З.А., к.ф.-м.н., доц.

Институт вычислительной математики и информационных технологий, Казанский (Приволжский) федеральный университет

В докладе раскрывается подход к разработке краткосрочной торговой стратегии по выбору структуры портфеля ценных бумаг российского фондового рынка с использованием методов технического анализа и технологии нейронных сетей. Представлен алгоритм распознавания однонаправленного изменения курса ценных бумаг, путём поиска акций, которые находятся или на низшей точке своего движения вниз и в ближайшем будущем их падение будет сменено ростом, либо поиск акций, уже находящихся в процессе роста некоторое время с высокой вероятностью продолжения роста. В представленном алгоритме используются методы и принципы машинного обучения, в частности аппарат нейронных сетей. Принцип построения ансамбля нейронных сетей, представленный в данном докладе использует правила и принципы технического анализа, что способствует правильному распознаванию трендов рынка акций.

В ходе исследований выявлялись ценные бумаги российского фондового рынка, цены на которые двигаются с чередованием нескольких дней роста и нескольких дней падения. За период несколько лет можно выявить средний период роста и средний период падения, вероятность продолжения роста или падения на каждый момент времени.

Исследованные ценные бумаги имели высокие объемы торгов, что обеспечивало достаточную инертность их движения.

Ансамбль нейронных сетей может использоваться как для уменьшения шума входных сигналов цен, так и для распознавания растущего или падающего тренда.

Каждая нейросеть из ансамбля обучается по отдельной обучающей выборке (части всей истории временного ряда, выделенной по ряду признаков, фактически – по наличию воздействия того или иного рыночного фактора).

Прогнозирования данных временного ряда осуществляется всеми нейросетями. Результирующий прогноз может быть получен при учете с разными весами нескольких прогнозов, полученных при отдельном прогнозировании временного ряда.

На каждый момент времени возможно формирование портфеля ценных бумаг, при том, что все входящие в него бумаги будут иметь высокую степень вероятности роста в ближайшие несколько дней (краткосрочная стратегия подразумевает период от 2 до 10 дней).

Библиографический список

1. Коннорс Л.А., Рашки Л.Б. Биржевые секреты. Высокоэффективные стратегии краткосрочной торговли. – М.: ИК «Аналитика», 2002. – 356с.
2. Минский М., Пайперт И. Персептроны. – М.: Мир, 2011. – 341 с.

3. Солабуто Н. В. Краткосрочная торговля. Эффективные приемы и методы. - М.: ИК «Аналитика», 2012. – 271с.
4. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. Второе издание. М.: Вильямс, - 1101с.
5. Шумков Е.А. Распознавание фигур технического анализа с помощью нейронных сетей/ Шумков Е.А., Ботин В. А., Карлов Д. Н.// Научный журнал КубГАУ, №65(01), 2011. – с. 225-236.
6. Hopfield J. J. Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities// Proc. Nath. Acad. Sci. USA. 1982. Vol.79. 8. P. 2554-2558.
7. McCulloch W.S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. // Bull. Math. Biophys. – 1943. – v.5. – pp.115–133.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ СЛОВОИЗМЕНЕНИЯ ЗАЛИЗНЯКА ПО ТИПАМ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

А.С. Шустов

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В работе [4] рассмотрены способы автоматизации процесса морфологической обработки текстов (морфологического анализа и морфологического синтеза) на естественных языках путем классификации слов по типам формообразования.

Тип формообразования является главной формообразующей сущностью многих методов морфологического анализа и морфологического синтеза. Зная тип формообразования, можно получить для исследуемой формы слова ее начальную форму и грамматические характеристики, и наоборот, для анализируемой основы слова сформировать ее полную парадигму для указанных грамматических значений.

Для русского языка А.А. Зализняком [1] была разработана классификация склонения и спряжения, основанная на моделях словоизменения русских слов. Концепция А.А. Зализняка представляет собой систему индексов, позволяющих построить для некоторого слова русского языка его парадигму и получить грамматическую информацию.

В работах [2-3] предложены модель формообразования и метод генерации и определения форм слов, которые являются универсальными и применимы для обработки полной парадигмы слов естественных языков различных групп и семейств. Метод [3] основан на том, что получение словоформы с заданным грамматическим значением можно представить в виде цепочки преобразований конечной длины над его начальной формой слова (прямая цепочка). Обратная цепочка операций преобразует словоформу с заданным грамматическим значением в основу слова.

Многие системы автоматической обработки текстов взаимодействуют с морфологическими словарями, в которых хранится информация о рассматриваемом естественном языке. Одной из таких систем является Интернет-приложение морфологического анализа и синтеза форм слов естественных языков [6], которое представляет собой программную реализацию метода [3]. Так как в основе метода [3] лежит модель формообразования [2], то

необходимо представить модели словоизменения А.А. Зализняка по типам формообразования модели [2] для инициализации морфологического словаря русского языка.

Предлагается алгоритм представления моделей словоизменения А.А. Зализняка по типам формообразования модели [2].

1. Получение индекса анализируемого слова из словаря основ.

2. Анализ полученного индекса с целью выявления постоянных грамматических характеристики анализируемого слова.

3. Формирование на основе полученного индекса всех словоформ для анализируемого слова и набора соответствующих изменяемых грамматических характеристик.

4. Определение нового типа формообразования на основе текущего индекса.

5. Определение цепочек преобразований, позволяющих получить словоформы с требуемыми грамматическими значениями для начальной формы слова.

6. Соотнесение полученных цепочек и грамматических характеристик с определенным ранее типом формообразования.

7. Соотнесение анализируемого слова из п. 1 с созданным типом формообразования из п. 4.

8. Переход к следующей основе из словаря начальных форм слов.

Представление моделей словоизменения А.А. Зализняка по типам формообразования необходимо для упрощения заполнения морфологических словарей русского языка, которые могут использоваться лингвистическими системами обработки текстов (например, Интернет-приложением морфологического анализа и синтеза [6]), а также для инициализации набора типов формообразования для метода [5], который предназначен для автоматизации процесса составления классификации слов по типам формообразования на основе корпусов текстов.

Библиографический список

1. Зализняк А.А. Грамматический словарь русского языка. Словоизменение. — М., 1977. Изд. 2-е, испр. и доп. — М.: Русский язык, 1980. Изд. 3-е. — М.: Русский язык, 1987. Изд. 4-е, испр. и доп. — М.: Русские словари, 2003. Изд. 5-е, испр. — М.: Аст-пресс, 2008.

2. Пруцков А.В. Алгебраическое представление модели формообразования естественных языков // Cloud Of Science. — 2014. Т. 1. — № 1. — С. 88-97.

3. Пруцков А.В. Определение и генерация сложных форм слов естественных языков при морфологическом анализе и синтезе // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. — 2006. — № 15 (70). — С. 10-14.

4. Шустов А.С. Автоматизация процесса морфологической обработки слов естественных языков // Материалы Международного академического форума «Студенческое научное сообщество: исследования и инновации - 2015». / Гл. ред. Ш.А. Курманбаева. — Семей. — Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет. — 2015. — С. 123-126.

5. Шустов А.С. Автоматизация классификации слов естественных языков по типам формообразования на основе корпусов текста // Материалы XX Всерос. науч.-техн. конф. "Новые информационные технологии в научных исследованиях "НИТ-2015". - Рязань, 2015. – С. 190-191.

6. Шустов А.С. Программная реализация метода генерации и определения форм слов // Материалы межвузовского сборника научных трудов. – Рязань: РГРТУ, 2016. – С. 38-40.

ВИРТУАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

И.М. Манаенков

Научный руководитель - Немтинов В.А.

д.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

В докладе рассматривается ряд вопросов по созданию виртуальной модели образовательных ресурсов (технологических лабораторий) и формированию единого информационного пространства учебно-материальных ресурсов. Такой подход в перспективе позволит реализовать технологию дистанционного обучения, позволяющую [1 - 4]:

- снизить затраты на проведение обучения: исключаются издержки связанные с арендой помещений, транспортом к месту учебы, как учащихся, так и преподавателей и т.п.);

- повысить качество обучения за счет применения современных технических средств, использования электронных библиотек и т.д.;

- создать специализированную образовательную среду, доступную в режиме удаленного доступа.

Разработка технологии образовательного процесса изучения отдельных дисциплин (цикла дисциплин) с использованием программного обеспечения для создания виртуального образовательного пространства, используемой при обучении студентов, тренинге персонала технических систем, включающей [5 -7]:

- методику применения системы SIMUL8 для создания имитационной модели технической системы, реализующей выпуск целевой продукции в соответствии с календарным планом и производственным технологическим регламентом. Оборудование этой системы представлено в технологической лаборатории. С помощью этой модели пользователь может прогнозировать различные ситуации и своевременно принимать меры с целью эффективного использования технологического оборудования;

- алгоритм проектирования виртуальной специализированной технологической лаборатории с использованием функциональных диаграмм IDEF0;

- сценарий образовательного процесса при изучении технических систем и его отдельных элементов (технологического оборудования);

- информационно-логическую модель, которая используется при создании имитационной модели технической системы;

- математические модели деятельности виртуального студента (аватара) при изучении технических систем, функционирующих в штатных и аварийных ситуациях.

На рисунке 1 приведен общий вид создаваемой виртуальной лаборатории.



Рис. 1. Общий вид виртуальной лаборатории

Библиографический список

1. Немтинов, В.А. Методы и алгоритмы создания виртуальных моделей химико-технологических систем / В.А. Немтинов, С.В. Карпушкин, В.Г. Мокрозуб, Е.Н. Малыгин, С.Я. Егоров, М.Н. Краснянский, А.Б. Борисенко, Ю.В. Немтинова. – Тамбов.: ТГУ им. Державина, 2011. – 281 с.

2. Немтинов, В.А. Технология использования различных программных сред при моделировании объектов исторического наследия / В. А. Немтинов А. М. Манаенков, В. В. Морозов, Ю. В. Немтинова // Информационное общество. – 2013. – № 3. С. 58 – 61.

3. Немтинов, В. А. Создание виртуальной лаборатории технологического оборудования в среде VIRTUAL ACADEMIA / В. А. Немтинов, И. М. Манаенков // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: материалы международной научно-практической конференции под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. В. А. Немтинова. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. С. 279-282

4. Немтинов, В. А. Виртуальное моделирование объектов культурно-исторического наследия с использованием ГИС-технологий / В. А. Немтинов, А. М. Манаенков, В. В. Морозов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 3. С. 709 – 714.

5. Nemtinov, V.A. Remote Access Information System for Analysis of Chemical Engineering Objects / V. A. Nemtinov, Yu. V. Nemtinova, A. A. Pchelinzeva, A. M. Manaenkov // Signal Processing Research. – March 2013. – V. 2, Issue 1. – P. 12 – 16.

6. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / Немтинов В.А., Юханов В.В., Малыгин Е.Н., Карпушкин С.В., Егоров С.Я., Мокрозуб В.Г., Борисенко А.Б., Немтинова Ю.В. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321-330.

7. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В., Пчелинцева А.А., Манаенков А.М. О подходе комплексного использования информационных технологий для ис-

следования химико-технологических объектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2013. № 5 (107). С. 28-33.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВМЕСТИМОСТИ МЕЖДУ ЛОГИЧЕСКИМ ЯЗЫКОМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PROLOG И СУБД POSTGRESQL

Р.А. Бурнашев, А. Губайдуллин

Научный руководитель – Еникеев А.И.

к.ф-м.н., доц.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Интеллектуальные информационные системы оказывает существенное влияние на все научные и технологические направления, связанные с использованием компьютерных технологий, и уже сегодня дают обществу то, что оно ждет от науки - практически значимые результаты, многие из которых способствуют кардинальным изменениям[1]. Особое место в разработке и использовании интеллектуальных информационных систем занимают экспертные системы (ЭС).

Для создания ЭС могут быть использованы различные типы языков программирования, среди которых наиболее подходящим является SWI-Prolog. У разработчиков программного инструментария часто возникают проблемы, связанные с подключением к базе данных и последующей обработкой больших информационных массивов. В этой связи возникла проблема подключения к базе данных с применением фактов и правил логического языка программирования Prolog в системе управления базами данных (СУБД) PostgreSQL.

В докладе рассматривается комплекс программных средств и методов подключения для последующей обработки данных.

Предлагаемый комплекс использует:

- SWI-Prolog
- XPCЕ для графической составляющей
- ODBC Driver СУБД PostgreSQL
- PostgreSQL

SWI-Prolog является открытой реализацией системы Prolog. Применение ЭС даёт возможность принятия решений в уникальных ситуациях, для которых алгоритм заранее не известен и формируется по исходным данным в виде цепочки рассуждений (правил принятия решений) из базы знаний. Причем решение задач предполагается осуществлять в условиях неполноты, недостоверности, многозначности исходной информации и качественных оценок процессов.[3]

Для разработки графических приложений в дистрибутив SWI-Prolog включены средства, позволяющие разрабатывать графический интерфейс пользователя. Таким средством в составе SWI-Prolog'a является XPCЕ.

XPCЕ – это платформино-независимый инструментальный для SWI-Prolog'a, Lisp и других интерактивных динамически типизируемых языков программирования. Наибольшую популярность этот фреймворк получил именно в языке Prolog.

Для того, чтобы ядро SWI-Prolog'a могло взаимодействовать с объектами XPCЕ и управлять ими из своей среды, в SWI-Prolog добавлены необходимые предикаты[2], такие как:

- new(?Reference, +Class(...Arg...))
- send(+Reference, +Method(...Arg...))
- get (+Reference, +Method(...Arg...), -Result)
- free(+Reference)

ODBC (Open Database Connectivity) — это программный интерфейс (API) доступа к базам данных, разработанный компанией Microsoft. В окне «Администратор источника данных», необходимо выбрать источник данных для доступа к базе данных.

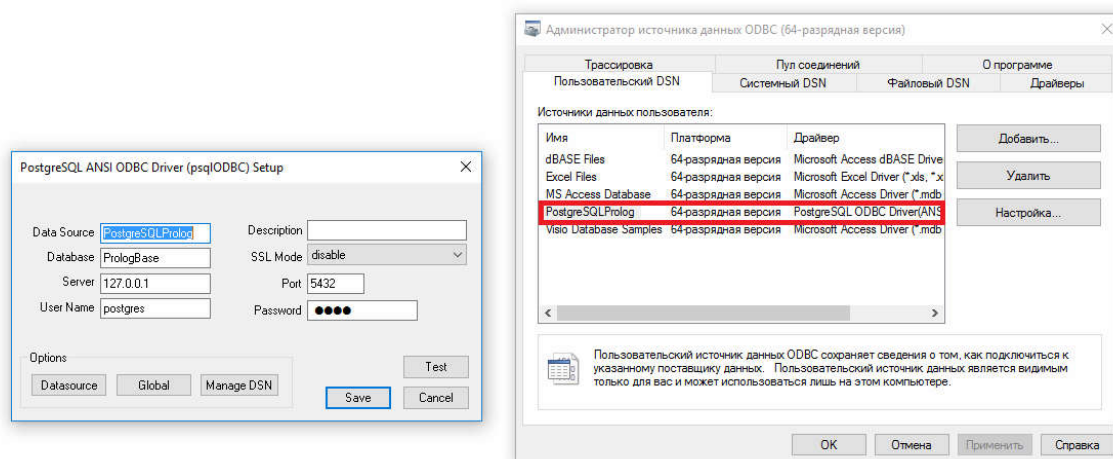


Рис. 1 - Администратор источника данных ODBC

В ходе исследования была разработана база знаний, осуществляющая выборку данных из баз данных с применением логического языка программирования SWI-Prolog и СУБД PostgreSQL.

С использованием необходимых предикатов были созданы следующие файлы, необходимые для совместного использования системы SWI-Prolog и PostgreSQL, а именно:

- UserInterface.pl – Интерфейс пользователя
- LocalBase.pl – Локальная база данных
- DataConnection.pl – Содержит функции взаимодействия с ODBC драйвером

В дальнейшем планируется также предусмотреть возможности внесения не только определенного набора данных в базу знаний, но и добавление в нее новых правил вывода, не предусмотренных или не существующих на момент разработки системы.

Библиографический список

1. Тоискин В.С. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие. – Ставрополь: Изд-во СГПИ, 2009. – Часть 1. – С. 3.
2. Хабаров С.П. Интеллектуальные информационные системы. PROLOG-язык разработки интеллектуальных и экспертных систем: учебное пособие / С.П.Хабаров.- СПб. : СПбГЛТУ, 2013.- С. 47.
3. Тельнов Ю.Ф. Интеллектуальные информационные системы / Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права. - М., 2004. - С. 11.

ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

А.О. Коваленко, М.Д. Бакнин

Муромский институт Владимирского государственного университета

На сегодняшний день системы определения параметров транспортного потока продолжают стремительно развиваться. Становится все больше систем видеонаблюдения, появилась система Платон использующая спутниковую навигацию. Начинается внедрение систем измерения веса транспортного средства в движении. Тем не менее, из-за очень высокой стоимости подобных систем, отсутствием их мобильности и сложности установки проблема разработки новых подходов автоматизированного контроля параметров транспортного потока остается актуальной.

Контроль параметров автомобильного транспорта (вес, скорость, длина базы) и параметров транспортного потока (скорость, интенсивность, плотность движения, период наибольшей нагрузки, дистанция следования) предлагается производить виброакустическим методом контроля.[1]

Виброакустический метод контроля является простым и дешевым инструментом для мониторинга транспортных потоков, а системы на его основе обладают мобильностью и не уступают по функционалу современным, но на данный момент он исследован не в полном объеме. А именно:

1. Недостаточно исследованы и проанализированы методы и подходы в области оценки параметров движущихся объектов по виброакустическим сигналам.

2. Не разработаны математических моделей информативных виброакустических сигналов (образов) всех основных типов транспортных средств с разными характеристиками и при различных внешних условиях.

3. Не разработаны алгоритмы и методы обработки и интерпретации виброакустических сигналов с учетом типов дорожного полотна и погодных условий

4. Не разработаны методики и алгоритмы определения скорости, веса, количества осей и типов различных транспортных средств

5. Не разработаны методики и алгоритмы статистической обработки (оценки скорости, интенсивности, периода наибольшей нагрузки, плотности и состава) транспортного потока

6. Не создана базы данных шаблонов виброакустических сигналов различных транспортных средств для их автоматического определения.

7. Не разработаны методики, алгоритма и построения прогнозных функций динамики транспортного потока

Данный метод основан на регистрации уникального виброакустического сигнала от проходящего автотранспорта.

Сигнал регистрируют виброакустические датчики которые имеют небольшие размеры (5-10 см) и могут располагаться как возле дорожного полотна, так и под ним, как на поверхности земли, так и под землей на глубине до 60-80 см (в зависимости от типа грунта).

Проходящее рядом с датчиками транспортное средство имеет свой уникальный (в рамках класса и разновидности автотранспортных средств) виброакустический образ (сигнал). Регистрируя этот сигнал (как от авто-

мобиля в целом, так и от каждой его оси) можно по созданной базе данных определить тип транспортного средства. Кроме того, одно и то же транспортное средство с разной степенью загрузки имеет так же свой уникальный след, но уже с измененными параметрами (частоты, амплитуды). Оценивая эти параметры можно сказать о степени загрузки транспортного средства.

Таким образом, в сигнале заложены разновидность, вес и скорость движения автомобиля. Обработывая сигналы от всех проезжающих транспортных средств можно рассчитать параметры всего транспортного потока: его плотность, скорость, а также интенсивность и состав автомобилей в нём. Следует отметить, что имеющаяся разметка дороги (предупредительные трехмерные линии, пешеходные переходы и т.п.) будет являться дополнительным источником синхронизация момента регистрации автотранспортного средства и усиления виброакустического сигнала для повышения достоверности извлекаемой информации и точности работы системы.

Для повышения точности блока предварительной обработки регистрируемых сигналов предполагается использовать вейвлет-фильтрацию, разнообразные преобразования Фурье и полосовые фильтры характеристики которых будут получены после спектрального анализа полученных виброакустических сигналов.

Для разработки методик, и создание алгоритмов определения скорости, веса, количества осей и типов различных транспортных средств, необходимо выявить зависимости всех этих параметров от получаемых виброакустических сигналов (образов) транспортных средств.

Для статистической обработки (оценки скорости, интенсивности, периода наибольшей нагрузки, плотности и состава) транспортного потока предлагается одновременно обрабатывать сигналы с нескольких датчиков, на определенном участке дороги, при этом записывая информацию для последующей обработки методами статистической обработки данных.

Для получения прогнозных оценок предлагается применять нейросетевые алгоритмы с возможностью автоматического обучения нейросети, т. к. они характеризуются быстрой, безотказной работой и легко адаптируются к изменяющимся условиям.

В целом система на основе виброакустического метода контроля может быть сопряжена с уже имеющимися техническими средствами (камерами, телеметрической аппаратурой и т.п.) либо иметь свои каналы приема/передачи и дополнительной обработки данных. Для передачи измеряемых параметров на стационарные пункты или на удаленный сервер предлагается использовать беспроводные технологии (Wi-Fi, GSM модули и т.д.).

Несколько систем можно объединить в общую сеть для регистрации средних параметров транспортного потока.

Библиографический список

1. Коваленко А.О., Котов А.Н., Дорофеев Н.В. Виброакустический метод идентификации параметров автомобилей и транспортного потока // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности 2016 №2 с.20-23

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОСТАВЛЕНИЯ ОТЧЕТОВ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

А.И. Николаев

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящий момент в высших учебных заведениях на технических специальностях в обязательном порядке преподаются дисциплины, связанные с объектно-ориентированным программированием. При сдаче лабораторных работ по этим предметам очень часто требуется составлять отчет. Он формируется на базе шаблона, поэтому этот процесс можно автоматизировать. Автоматизация составления отчетов позволит унифицировать их вид и содержание.

При необходимости вставить в отчет исходный код из множества файлов, процесс формирования отчета занимает длительное время. Также преподаватель при проверке лабораторной работы тратит дополнительное время на оценку правильности составления отчета, так как каждый студент пишет его вручную и может совершить ошибку, несмотря на то, что он оформляется по шаблону.

Целью данной работы является разработка программной системы автоматизации составления отчетов по лабораторным работам, которая будет иметь следующие функции:

- автоматически формировать отчет по лабораторной работе, в соответствии с шаблоном;
- использовать архив с исходным кодом в качестве входных данных для формирования отчета;
- предоставлять пользователю возможность выбора тех файлов, которые необходимо включить в отчет;
- проводить проверку стиля и качества исходного кода в соответствии с определенными правилами;
- иметь графический интерфейс для удобной работы пользователя;
- описание решения проблемы.

Программная система будет принимать в качестве входных данных архив проекта с исходными файлами по лабораторной работе и шаблон для формирования отчета. Шаблон должен включать в себя переменные, которые будут заменены на требуемую информацию в процессе работы программы. При необходимости программа должна запрашивать у пользователя дополнительные данные, такие как: номер лабораторной работы, ФИО, номер группы. После указания местоположения исходных файлов, программа, проанализировав архив с исходными файлами, должна сформировать в виде дерева иерархию папок и файлов, находящихся внутри этого архива, чтобы пользователь мог выбрать содержимое файлов, которые необходимо включить в отчет. Одновременно с этим система должна проводить статический анализ кода для проверки стиля и качества этого кода в соответствии с указанными правилами. Если этот анализ завершился ошибкой, необходимо сообщить пользователю имя файла и строку кода, которую нужно исправить. Программный продукт не должен формировать отчет до тех пор, пока пользователь не исправит все ошибки в своем коде. Благодаря этому

преподаватель будет уверен, что исходный код в лабораторной работе соответствует заданным правилам написания. На выходе должен быть сформирован отчет в нужном текстовом формате.

Данная программная система будет внедрена в дисциплину «Программирование на Java» для помощи студентам при составлении отчетов и преподавателю при их проверке. Также будет проведена проверка кода на соответствие определенным правилам его написания. Дальнейшая разработка может быть направлена на расширения функционала полученного программного продукта для его использования в других дисциплинах. Программная системы будет разработана на языке Java [1] с использованием вспомогательных библиотек [2-3] в рамках выпускной квалификационной работы.

Библиографический список

1. Блинов И.Н., Романчик В.С. Java. Методы программирования: учеб.-метод. пособие. – Минск:Изд-во «Четыре четверти», 2013. – 896 с.
2. <http://checkstyle.sourceforge.net/>
3. <https://github.com/ullenboom/jrtf>

ПРИМЕНЕНИЕ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ДЛЯ УСТАНОВКИ ВЕННЕРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЭЗ

М.Д. Бакнин, А.О. Коваленко

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Для решения различных геологических задач применяют вертикальное электрическое зондирование при использовании различных методиках расстановки питающих и приемных электродов. Для корректной интерпретации полученных данных в ходе изысканий требуется адекватность оценки надежности полученных данных о почве. Одним из факторов правильности получения этих данных при использовании ВЭЗ является поправочный коэффициент применяемой установки (К) [1].

При проведении экспериментальных исследований на ящике с рыхлым сухим песком площадью 2250 см² и глубиной 45 см, с применением установки Веннера ($MN=AB/3$). Где АВ - питающие электроды; MN - приемные электроды.

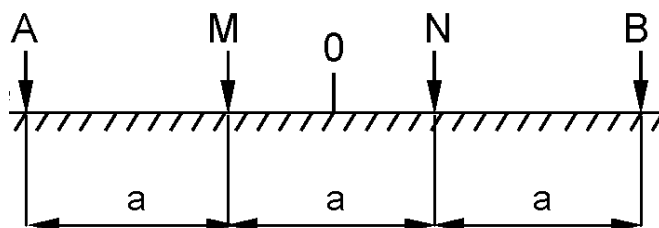


Рис. 1 – Установка ВЭЗ методом Веннера

Произвели расчёт поправочного коэффициента для установки Веннера исходя из следующих формул:

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} - \frac{1}{r_{AN}} + \frac{1}{r_{BN}}} \quad (1)$$

где K - поправочный коэффициент;
r - расстояние между электродами;
A, M, N, B - электроды.

Таким образом, зная поправочный коэффициент установки можно рассчитать мнимое сопротивление исследуемой почвы и сравнить ее с экспериментальным.

$$P_k = K * \frac{UMN}{I_{AB}} \quad (2)$$

где P_k – мнимое сопротивление;
UMN – выходное напряжение на принимающих электродах;
I_{AB} – ток на питающих электродах.

При полученных параметрах UMN=2В; I_{AB}=200µА и расстоянию между АВ 30 см получили следующие результаты: K=0.628; P_k= 6,283кОм*м. Так как у нас длинна ящика составляет 75 см, тогда кажущиеся сопротивление составляет 4,65кОм.

В итоге сопоставим уже известные расчётные результаты P_k=4.65кОм и экспериментальные P_э=5,6кОм. Таким образом, видим, что реальное сопротивление почвы отличается от расчётного это связано с неоднородностью исследуемой среды по плотности, этот фактор следует учитывать при решении геологических задач.

Библиографический список

1. И.А. Доброхотова., К.В. Новиков. Практикум по интерпретации ВЭЗ. Учеб. пособие М.:.57с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОМОНИТОРИНГА

А.О. Коваленко, М.Д. Бакнин

Муромский институт Владимирского государственного университета

В настоящее время с увеличением количества автотранспортных средств и развитием городов растет загруженность дорожно-транспортной сети. В связи с этим резко увеличивается загрязнение окружающей среды, а именно химическое и физическое загрязнения воздушного бассейна, которые оказывают значительное влияние на степень заболеваемости населения городов (увеличение как острых, так и хронических заболеваний легких, сердечно-сосудистой системы, новообразований у населения, а также

головные боли, усталость, стрессы и нервные проявления). Особенно это характерно для регионов европейской территории РФ где сосредоточено около 75% автопарка России.[1-3]

Кроме того, сверхнормативному воздействию шума подвергаются свыше 10 млн. жителей страны, 90% которого вызвано именно автотранспортом. При этом автомобильный шум является интенсивным и длительный оказывает наиболее неблагоприятное воздействие на людей.

Владимирская область занимает 4 место по доле автотранспорта в суммарных выбросах вредных веществ в атмосферу после Московской, Орловской и Калужской областей. Таким образом, основным источником загрязнения атмосферы в области является автотранспорт на него приходится около 85% всех вредных выбросов. Причем количество автомобилей постоянно возрастает, а вместе с ним и уровень загрязнения. Помимо атмосферы, возле автотрасс отмечено повышенное загрязнение почвы (тяжелыми металлами и нефтепродуктами), а также водного бассейна и растительности.[1-3]

На данный момент наиболее неблагоприятная ситуация в областном центре г. Владимир, кроме того повышенный уровень загрязнений так же отмечен и в других крупных городах, таких как Ковров, Муром, Кольчугино Гороховец и Гусь-Хрустальный.

Для решения экологических проблем региона необходим постоянный высокоэффективный экомониторинг с использованием автоматизации процессов получения, передачи, обработки и хранения экоинформации.

Следует отметить, что уменьшение загруженности дорог за счет увеличения их пропускной способности, рациональной организации автоперевозок и рассредоточение автотранспорта в пространстве и времени, а также оптимизация скоростного движения снизит выбросы в атмосферу более чем на 10%, а внедрение автоматизированной системы управления движением или введение координированного регулирования способны уменьшит выбросы автотранспорта до 15%. [4-6]

Существующие методы контроля транспортных потоков требуют наличия сложного и дорогостоящего оборудования, что ограничивает их применения для осуществления экомониторинга, поэтому предлагается использовать новый виброакустический метод идентификации параметров автотранспорта.

При движении автомобиля по дороге от каждой его оси по асфальтному покрытию и грунтам распространяется вибрационная волна. Таким образом, расположенные возле обочины или скрытые в дорожное полотно виброакустические датчики регистрируют вибрации и шум проезжающего транспортного средства. Проанализировав данные сигналы можно сделать вывод о количестве и расположении осей транспортного средства, о его массе и скорости. Таким образом можно контролировать все автомобили в потоке и рассчитать уже его характеристики.

Следовательно осуществление мониторинга транспортных потоков виброакустическим методом позволит улучшить экологическую обстановку за счет повышения эффективности работы экологических служб, а также за счет уменьшения выбросов автотранспорта при оптимизации дорожного движения, скоростного режима, а также при увеличении пропускной способности улично-дорожной сети города. Данные наблюдений позволят бо-

лее грамотно проектировать новую дорожно-транспортную инфраструктуру. Кроме того, предоставление данных в режиме реального времени службам ГИБДД позволит им своевременно реагировать на возникновение заторов и аварийных ситуаций на дорогах, что повышает безопасность дорожного движения.

Библиографический список

1. Иващук, О.А. Повышение экологической безопасности автотранспорта региона на основе систем мониторинга с использованием интеллектуальных технологий [Текст]: моногр. / О.А. Иващук. – Орел: изд-во ОрелГАУ, 2008. – 244 с. – ISBN 978-5-93382-100-7.
2. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2008: стат. сб. [Текст]/ под ред. А.Л. Кевеша и [др.] □ М.: Росстат, 2008. □ 999 с. – ISBN 978-5-89476-264-7.
3. Автомобильный рынок России – 2008: Статистика и аналитика: производство, продажи, парк. [Текст]/ сост. С. Целиков и [др.]; аналит. агентство «Автомобильная статистика». – М.: АВТОСТАТ, 2008. – 189 с.

РАЗВЕРТЫВАНИЕ ВЕБ-СЕРВЕРА НА ПЛАТФОРМЕ .NET ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С МИКРОКОМПЬЮТЕРАМИ И IOT

В.Ю. Потапова, А.С. Тарасов

Научный руководитель – Гринченко Н.Н

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

С каждым днем для решения задач, связанных со встроенной техникой, чаще применяются разработки на базе микрокомпьютеров, таких как Raspberry Pi, Intel Galileo и других. Выбор подобных устройств обусловлен тем, что они обладают широким спектром возможностей, высокой производительностью и привлекательной ценой. А наличие сетевых адаптеров позволяет организовывать обмен данными с рабочими станциями и сетью Интернет. В качестве одной из форм такого взаимодействия может выступать веб-сервер. Его применение позволит значительно расширить спектр возможностей по отладке и диагностике встраиваемых систем.

Веб-сервер был разработан на языке C# на основе .Net Framework 4.0. Выбор платформы связан с тем, что на ней есть возможность параллельно выполнять вычисления и имеются более гибкие средства кроссплатформенной разработки. Принцип работы следующий: в момент поступления запроса на получение данных, приложение формирует фоновый поток выполнения и передаёт обработку на него. Поток, в свою очередь, анализирует запрос, проверяет его на выполняемость и подготавливает данные для отправки. После этого данные отправляются пользователю.

Для предотвращения чрезмерной загрузки микрокомпьютера предусмотрена система для временной блокировки перегружающего работу системы IP-адреса.

Следует отметить, что применение веб-интерфейса для работы со встраиваемыми системами может быть полезно не только для разработчи-

ков, но и для конечных пользователей для удаленного контроля над устройством и дистанционного выполнения различных задач.

Применение данного веб-сервера позволило более подробно отобразить данные о работе метеостанции.

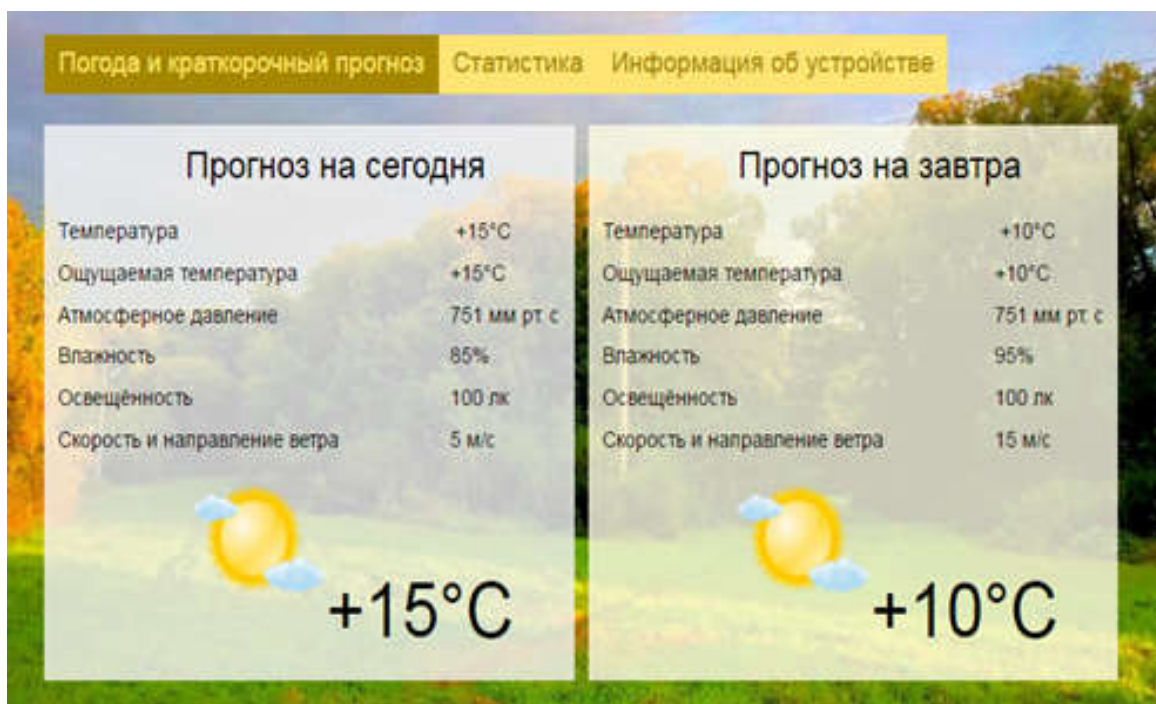


Рис. 1 - Веб-страница с данными от сенсоров

Библиографический список

1. Тарасов А.С. Разработка портативного цифрового альтиметра на основе пары барометрических сенсоров: Известия ТулГУ. – Тула, 2017, 101-104 с.
2. Костров Б.В., Гринченко Н.Н., Потапова В.Ю., Тарасов А.С. Разработка сетевой версии системы сбора метеоданных для прогнозирования ночных заморозков: Известия ТулГУ. – Тула, 2017, 89-95 с.

ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «ИНТЕЛЛЕКТ»

А.Д. Ананич, М.Г. Зайцев, А.А. Казак, А.И. Шкут

**Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники**

Защита современного здания - задача, решаемая, с помощью современных средств охранной сигнализации с целью предотвращения противоправных посягательств на материальные ценности расположенные в охраняемом помещении.

Для решения этой задачи, важно оборудовать помещение системы контроля и управления доступом, автоматическими устройствами охранной сигнализации и видеонаблюдения.

Для большей эффективности работы данных систем их можно интегрировать между собой, для этого можно применить программной платформы «Интеллект».

Система «Интеллект» позволяет объединить видеонаблюдение, охранно-пожарную сигнализацию (ОПС), систему охраны периметра, систему контроля и управления доступом (СКУД).

Данное программное обеспечение позволит объединить поступающую информацию из всех систем в единую информационную среду, в которой реализованы функции обработки и интеллектуального анализа информации, обладающую способностью гибко реагировать на различные события. Благодаря модульной архитектуре которая позволяет использовать нужные функции, для построения эффективной системы безопасности на любом объекте, таким образом, получая получить систему с оптимальным набором функций и минимальными издержками.

Для построения комплексной системы безопасности были рассмотрены программные пакеты: «POS-Интеллект» и «АСФА-Интеллект».

Для интеграции СКУД и ОПС потребуется система модульной интеграции «АСФА-Интеллект».

К платформе «АСФА-Интеллект» можно подключать комплексы ОПС/СКУД различных производителей и осуществлять обмен данными между этими системами и «Интеллектом». Получать информацию о состоянии устройств и управлять ими можно, используя стандартные инструменты «Интеллекта», которые в сочетании с возможностями «АСФА-Интеллект» выполняют широкий спектр задач, связанных с контролем доступа и эксплуатацией охранно-пожарной сигнализации. Кроме того, данная платформа позволяет создавать любые сценарии, за действующие различные подсистемы, входящие в состав комплексной системы безопасности[2].

Для интеграции видеонаблюдения необходим пакет «POS-Интеллект» данная программа предназначена для контроля кассовых операций и видеонаблюдения, способная получать текстовую и событийную информацию от различных источников, синхронизировать ее с видеоизображением и предоставлять в удобном для анализа виде.

Основные достоинства «POS-Интеллект» позволяют:

- усилить контроль работы кассиров,
- своевременно реагировать на происходящие события,
- разрешать спорные ситуации с покупателями,
- повысить раскрываемость нарушений на кассовых узлах,
- снизить уровень потерь, повысить качество обслуживания.

Интеграция на основе системы безопасности «Интеллект» и модуля контроля за кассовыми операциями «POS-Интеллект», позволит:

- вести видеонаблюдение с использованием цифровых IP-камер;
- производить аналитическую работу с архивом;
- вести поиск видеозаписей по тексту чеков и по специализированным запросам, получать отчеты;
- вести удаленную работу
- получать статистику работы системы контроля кассовых операций, вести удаленное видеонаблюдение в режиме реального времени и просматривать видео из архива [3].

Библиографический список

1. Компания ITV / AxxonSoft. «Интеллект» Руководство Пользователя Версия 1.0.0. М: 2010. – 20с.: ил.
2. «ACFA–Интеллект» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itv.ru/products/intellect/acfa-intellect/.html>. – Дата доступа: 25.09.2017.
3. «POS–Интеллект» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itv.ru/products/intellect/posintellect/.html>. – Дата доступа: 25.09.2017

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ
ПРИЛОЖЕНИЯМИ НА ОСНОВЕ ДАТАГРАММ**

А.С. Тарасов

Научный руководитель – Никифоров М.Б

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из актуальных задач при разработке больших проектов является проработка механизма взаимодействия между отдельными модулями программы [1]. В случае обмена данными между приложениями, запущенными на одной ЭВМ могут быть использованы механизмы WinAPI, или общая память. Однако они могут иметь ряд недостатков, связанных, например, с передачей больших объёмов данных, когда объёмы памяти не позволяют организовать обмен.

В данной работе применяется механизм взаимодействия, основанный на использовании датаграмм. Каждая датаграмма содержит в себе:

- идентификатор приложения, с которым осуществляется обмен;
- идентификатор машины, с которой должен производиться обмен;
- идентификатор данных, указывающий, каким образом должны быть обработаны принятые данные;
- передаваемые данные;
- описание структур и классов передаваемых данных.

При этом все алгоритмы, связанные с передачей данных, проверкой их корректности, процессы сериализации и десериализации скрыты от разработчика, применяющего данный комплекс. Таким образом разработчику, применяющему данную систему не надо определять IP-адреса устройств, участвующих в обмене, организовывать проверку корректности доставки. Разработанный комплекс сам отвечает за решение задач преобразования, передачи и извлечения информации.

Следует отметить, что применение подобных механизмов позволяет не только передавать атомарные типы данных, но и сложные структуры классов и даже фрагменты кода, которые могут участвовать в удаленном выполнении операций.

Библиографический список

1. Костров Б.В., Гринченко Н.Н., Потапова В.Ю., Геращенко Е.С., Тарасов А.С., Токарев А.В. Моделирование канала передачи аэрокосмических изо-

бражений с использованием каскадного кода, Известия ТулГУ: Тула, 2016, 124-129 с.

2. Тарасов А.С. Использование навигационных возможностей современных мобильных устройств в пользовательских программах, НИТ-2014: Рязань, РГРТУ, 2014, 176-177 с.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Т.А.Петровская, А.А.Суслина, А.Т.Кежватова

Научный руководитель – Громов А.Ю.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается задача имитационного моделирования в рамках анализа бизнес-процессов для решения различных задач совершенствования деятельности предприятий.

Актуальность данной задачи определяется рядом проблем возникающих в силу специфики исследования и модификации сложных процессов деятельности. Например, проведение анализа динамики реального процесса затрудняется необходимостью прерывания деятельности предприятия, нехваткой реальных ресурсов или сложностью технологических норм деятельности. Эти проблемы полностью или частично решаются использованием подходов моделирования бизнес-процессов.

В контексте совершенствования бизнес-процессов под имитационным моделированием понимается исследование поведения моделей реальной деятельности с использованием численных методов проведения экспериментов на вычислительных машинах.

В таком случае процессная модель системы отображает работу предприятия с некоторыми упрощениями, допустимыми в рамках текущих целей моделирования. Это позволяет исследовать и оценить влияние множества изменяемых факторов на тот или иной процесс или его фрагмент, что приводит к возникновению множества сценариев и исходов события [1].

К этапам имитационного моделирования относятся:

- анализ и построение процессной модели;
- проигрывание модели и измерение показателей;
- анализ полученных показателей;
- рассмотрение альтернативных исходов.

При имитационном моделировании элементы системы отражаются в модели, а функциональная деятельность процессов прослеживается на построенной модели. При реализации имитаций в различных программных средах состояние компонент описывается при помощи элементов. Выделение и описание состояний элементов множеством переменных, где каждая комбинация отвечает за конкретное состояние, является важнейшим моментом при имитационном моделировании. При изменении значений переменных состояний будет происходить переход системы в другое состояние.

Часто имитационное моделирование применяется для оптимизации деятельности компании или предприятия.

Примерами специализированных программных средств позволяющих проводить имитационное моделирование процессов являются: Bizagi BPM

Modeler, Aris Tools, DEQSS, Business studio. С помощью программы Bizagi BPM Modeler можно построить модель деятельности предприятия в целом или какого-то одного процесса, выполнить эти бизнес-процессы, провести анализ и усовершенствовать их, при этом не требуется иметь навыки программирования, все происходит в графической среде [2].

Библиографический список

1. Спецификация BPMN. Версия 2.0.2 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/> (дата обращения 25.10.2017).
2. А.-В. Шеер ARIS - моделирование бизнес-процессов. - Вильямс, 2009. – 226 с.

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ УСТРАНЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

А.О. Коваленко, М.Д. Бакнин

Муромский институт Владимирского государственного университета

В существующих на сегодняшний день системах контроля и управления транспортными потоками, как в России так и за рубежом наиболее часто используются либо индукционные петли, либо системы видеофиксации («VOCORD Traffic» (Россия), «КОМКОН Traffic Control Equipment» (Украина), АСУДД «АГАТ» (Белоруссия), АСУДД «Спектр» (Россия) и др.).

Основными недостатками индукционных петель является невозможность измерения веса транспортного средства, необходимость разрушения дорожного полотна при установке и отсутствие мобильности. Недостатки систем видеофиксации – это высокая стоимость, потребность в сложном высокопроизводительном оборудовании для обработки результатов измерений, а также невозможность измерения веса транспорта.[1,2]

Последнее время в России и других странах стали внедряться системы динамического взвешивания транспортных средств (Система дорожного весового контроля «СВК» «Тензо-М» (Россия), Система «UnicamWIM» Фирмы "СAMEA, spol. s r.o." (Чехия) и др.) в которых применяются тензорезистивные датчики. Такие системы также имеют ряд недостатков. Основными из которых являются: очень высокая стоимость, отсутствие мобильность и необходимость разрушения дорожного покрытия при установке.

В связи с этим актуальным остается вопрос разработки новых методов и способов контроля и управления транспортными потоками, внедрение которых характеризуется низкой стоимостью и большой эффективностью

Предлагаемая в данной работе система, основана на измерении и анализе основных характеристик вибраций от проезжающих автотранспортных средств. Она лишена всех вышеперечисленных недостатков и может быть использована для мониторинга и сбора транспортной статистики даже в малых городах и населенных пунктах.

Таким образом, система контроля и управления транспортными потоками на основе нового модифицированного виброакустического метода идентификации параметров транспортного потока будет обладать:

- мобильностью
 - более низкой стоимостью по сравнению с существующими системами
 - возможностью установки без необходимости разрушения дорожного полотна
 - возможностью измерения веса транспортного средства в движении
 - возможностью работы вне зависимости от погодных условий и времени суток
 - возможностью сопряженной работы с уже существующими системами
- Её внедрение позволит решать такие прикладные задачи как:
- улучшение экологической ситуации за счет повышения эффективности деятельности органов управления экологической безопасностью и повышение уровня контроля и управления в сфере природопользования при использовании автоматизированной системы мониторинга транспортных потоков.
 - увеличение поступления в бюджет местного и регионального уровней за счет процедуры контроля тоннажа и базы автомобиля, без размещения пунктов стационарного весового контроля и без использования сложных технических и дорогостоящих решений
 - мониторинг в режиме реального времени и получения статистических характеристик транспортного потока и предоставление информации о заторах и аварийных ситуациях для своевременного реагирования нарядами ДПС
 - сбор статистических данных о пропускной способности транспортной сети и параметрах транспортных средств, для оптимизации работы технических средств организации дорожного движения (светофоров, информационных табло и т.д.), а также для грамотного проектирования строительства новых дорог и городской инфраструктуры
 - уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу автотранспортом за счет оптимизации скоростного движения и внедрение автоматической системы управления движением на основе разработанного виброакустического метода в городах.

Библиографический список

1. А. Э. Горев Информационные технологии на транспорте. Электронная идентификация автотранспортных средств и транспортного оборудования: учеб. пособие для студентов специальностей 190701 – организация перевозок и управление на транспорте, 190702 – организация и безопасность движения (автомобильный транспорт) / А. Э. Горев; СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 96 с.
2. Демиденков К.А., Мельников И.И. Разработка автоматизированной системы обнаружения и идентификации транспортных средств для измерения плотности транспортного потока [Текст] // Технические науки: теория и практика: материалы междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2012 г.). — Чита: Издательство Молодой ученый, 2012. — С. 11-16.

СОВРЕМЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ДИНАМИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОТОКЕ

А.С. Степашкина

Научный руководитель – Саблина В.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Сенсоры систем видеонаблюдения являются одним из основных источников получения информации в современном мире. Системами видеонаблюдения оснащаются предприятия, организации, объекты инфраструктуры и т.д. Развитие информационных технологий и вычислительной техники привело к увеличению количества автоматизированных систем видеонаблюдения, способных выделить объект из общего потока информации и осуществлять слежение за ним. Среди множества задач, для решения которых создаются системы видеонаблюдения, выделяют задачу отслеживания движущегося объекта наблюдения в видеопотоке. Под задачей обнаружения движущихся объектов понимается задача обнаружения и выделения динамичных участков изображения между кадрами видеосъемки. Однако, несмотря на уже имеющиеся известные научные подходы в данной области, данная задача остается не полностью решенной.

В докладе рассмотрены и проанализированы существующие алгоритмы обнаружения движения, а также методы, используемые совместно с алгоритмами обнаружения движения: фильтрация теней, устранение шумов и морфологические операции.

Условно процесс обработки видеоизображения для обнаружения динамичных объектов можно разделить на следующие этапы.

1. Выделение переднего плана.
2. Выделение и классификация динамичных объектов.
3. Отслеживание траектории движение детектируемых объектов.
4. Распознавание и описание действий объектов, представляющих интерес [1].

Процесс выделения переднего плана заключается в отделении динамичных фрагментов изображения от стационарных, которые являются фоном или принадлежат заднему плану [2].

Для проведения классификации найденных объектов необходимо отделить каждый объект от других, то есть провести сегментацию изображения. Результатом сегментации является указание или вершин прямоугольника, внутри которого заключен объект, или определенного набора пикселей переднего плана для каждого объекта.

Целью слежения за объектами является установление соответствия между объектами в последовательности кадров, а также определение их траекторий движения.

Распознавание объектов заключается в выделении характерных признаков, которые в совокупности описывают некоторые свойства детектируемых объектов [3].

Результатом проведенного анализа будет являться выбор наиболее приемлемого алгоритма обнаружения динамичных объектов по видеоизображениям с дальнейшим возможным применением данного алгоритма в разрабатываемой системе.

Библиографический список

1. Ярышев С.Н. Цифровые методы обработки видеoinформации и видеоаналитика: учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. – 83 с.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений/ Р. Гонсалес, Р. Вудс, пер. с англ. Ч.О. Чочиа. М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. Лукьяница А.А. Цифровая обработка видеоизображения/ А.А. Лукьяница, А.Г. Шишкин. М.: Ай – Эс – Эс Пресс 2009. – 518 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ В РАМКАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

И.Н. Дмитриева

Научный руководитель – Громов А.Ю.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются основные методы выявления знаний в концепции управления знаниями (Knowledge Management), извлечение знаний (datamining) и управление эффективностью бизнеса (Business Performance Management).

Методы datamining позволяют решить ряд задач, с которыми сталкивается аналитик. Из них основными являются: классификация, регрессия, поиск ассоциативных правил и кластеризация.

Data Mining является мультидисциплинарной областью, возникшей и развивающейся на базе достижений прикладной статистики, распознавания образов, методов искусственного интеллекта, теории баз данных и др. Отсюда обилие методов и алгоритмов, реализованных в различных действующих системах Data Mining. Многие из таких систем интегрируют в себе сразу несколько подходов.

Управление знаниями – систематические процессы, благодаря которым знания, необходимые для успеха организации, создаются, сохраняются, распределяются и применяются. Терминология, применяющаяся в области управления знаниями: явные и неявные знания, сообщества практики, спираль знаний, социальный капитал, персональное управление знаниями.

Управление знаниями становится ведущим направлением стратегического менеджмента, который обращает внимание на ресурсы, ставшие сегодня главными и в то же время менее эффективно используемыми.

Бизнес-интеллект (business intelligence) в широком смысле слова определяет: процесс превращения данных в информацию и знания о бизнесе для поддержки принятия улучшенных и неформальных решений; информационные технологии (методы и средства) сбора данных, консолидации информации и обеспечения доступа бизнес-пользователей к знаниям; знания о бизнесе, добытые в результате углубленного анализа детальных данных и консолидированной информации.

Кроме того в докладе уделяется внимание подходам к построению модели управления знаниями: системному, структурному и онтологическому.

Библиографический список

1. Guenther K., Braun E. Knowledge management benefits of intranets. Online, May 2001.— 105 с.
2. Разработка систем управления знаниями на основе единой онтологической базы знаний, А.Ф. Тузовский, 2003. – 200 с.
3. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Учебник. СПб.: Питер, 2001– 274 с.

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ НЕЯВНЫХ ЗНАНИЙ В ЯВНЫЕ
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

Ю.А. Строгова

Научный руководитель – Громов А.Ю.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются методы преобразования неявных знаний в явные знания при обработке и накоплении информации в интеллектуальных системах.

Важнейшим ресурсом современного рынка информационных технологий является знание. Знание – опорная сила любой системы по управлению знаниями в организации. По своей природе, знания могут быть, как формализованы (задокументированы, описаны), так и не формализованы (существуют в виде продукта личного опыта, мудрости человека). Однако именно не формализованные или неявные знания имеют большую ценность при создании системы по управлению знаниями, поскольку могут существенно расширить возможности интеллектуальных систем в вопросе приближения их уровня к уровню интеллекта человека. Неявное знание невозможно отобразить в декларативной или процедурной формах, что и явное знание, для которого существует множество моделей и методов (продукционные, логические, фреймовые, сетевые модели, нейронные сети, генетические алгоритмы и др.), но его можно преобразовать из неявного в явное знание и в дальнейшем использовать известные методы представлений.

Одним из методов выделения и преобразования неявных знаний является предикатный подход [1], основанный на известной иерархической модели DIKW «данные – информация – знания – мудрость (метазнания)». Суть метода состоит в последовательном преобразовании каждого нового уровня с помощью системы предикатов. Другим методом извлечения неявных знаний из опытных данных служит применение генетических алгоритмов в нейронных сетях [2].

Таким образом, извлечение неявных знаний базируется на трансформации этих знаний в явные, чтобы в дальнейшем, полученные формализованные знания собрать воедино и передать в базу знаний будущей системы по управлению знаниями.

Консолидация знаний в систему по управлению знаниями организации требует определенного эффективного подхода, в связи с чем требуется модификация известных методов для эффективного осуществления данного процесса.

Библиографический список

1. Калиниченко О.В., Шабанов-Кушнаренко С.Ю., Ярмач А.В. О предикатных моделях неявных знаний в задачах анализа информационных процессов. Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, 2015.

2. Бова В.В. Извлечение неявных знаний с использованием нейросетевых алгоритмов. Южный федеральный университет, Таганрог, 2012 г.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

А.И.Соболева

Научный руководитель – Громов А.Ю.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются методы и алгоритмы прогнозирования, основные этапы построения нейронной сети, определяются задачи, которые решаются данными системами, а также выявляются основные достоинства и недостатки данного подхода.

В настоящее время широко распространено применение нейронных сетей в связи с ростом вычислительных мощностей (развитие параллельных вычислений GPU), доступностью больших объемов массивов данных для обучения (около 10 млн. графических изображений), разработкой новых методов обучения и появление готовых предобученных сетей.

Обучение нейронной сети происходит быстро даже при большом количестве входных сигналов и различных эталонных ситуаций, что предоставляет широкие возможности использования для решения задач прогнозирования различной степени сложности. Нейронная сеть позволяет также решать несколько задач на одном наборе входных сигналов одновременно, что позволяет производить прогноз по нескольким показателям.

Для решения задачи прогноза используются различные экспертные, статистические, экономико-математические методы, методы логического моделирования, фундаментальный, технический анализ. Нейронные сети можно отнести к методам технического анализа, так как они тоже пытаются выявить закономерности временного ряда, обучаясь на его данных. Они не нуждаются в заранее известной модели, строят ее на основе предъявленных временных рядов, что позволяет решать плохо алгоритмизированные задачи без постоянной работы экспертов. Также нейросетевой анализ обладает такими достоинствами, как отсутствие ограничений на характер входной информации, способность строить оптимальную стратегию предсказания для конкретного временного ряда.

При определении объекта составления прогнозов очень важен уровень детализации анализируемых данных, установка периода, горизонта и интервала прогнозирования, от которых зависит точность, стоимость и доступность результатов.

Алгоритм прогнозирования включает в себя этапы предобработки данных, формирование входов нейронной сети, создание базы данных обучающих, тестовых и валидационных выборок, обучение, выбор функции

ошибки, проверка работоспособности. Архитектура сети подбирается под временной ряд.

Библиографический список

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. – Вильямс, 2016. – 1104 с.
2. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. – Вильямс, 2001. – 287 с.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. — М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.

ПРИМЕНЕНИЕ CSS-ФРЕЙМВОРКА BOOTSTRAP В ЗАДАЧАХ ПОВЫШЕНИЯ АДАПТИВНОСТИ WEB-СТРАНИЦ

Т.А.Петровская, Д.А.Левшин
Научный руководитель – Громов А.Ю.
к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается один из способов создания адаптивного дизайна web-страницы и обеспечения кросс-браузерности при помощи CSS-фреймворка Bootstrap 3, а также выявляются достоинства и недостатки данного подхода.

В настоящее время постоянно увеличивается процент использования мобильных и портативных устройств для доступа к Интернет-ресурсам, что приводит к многообразию экранов и разрешений различных размеров. Добиться универсальности отображения web-страниц позволяет концепция адаптивной верстки сайта.

Согласно технологии работы с Bootstrap 3 нет необходимости в создании множества версий для различных типов устройств. Данный CSS-фреймворк позволяет проводить верстку страницы, которая будет корректно отображаться на всех видах устройств. Таким образом, разработка сайта, поддерживающего совместимость с различными web-ресурсами, должна предусматривать решение ряда проблем визуального представления. Bootstrap 3 предоставляет инструменты для кросс-браузерной верстки, т.е. идентичному отображению, сохранению уровня читабельности, отсутствию визуальных несоответствий в разметке в подавляющем большинстве браузеров [1].

Bootstrap базируется на усовершенствованном языке CSS — LESS. Данный фреймворк представляет собой конструктор элементов, таких как шрифты, формы, навигация, предупреждения, таблицы, кнопки, сетки и др. Компоненты включаются в проект при необходимости. При вставке элементов на страницу Bootstrap 3 также устанавливает их оформление и взаимодействие с пользователем на языке JavaScript. Для использования данной библиотеки при верстке, требуется иметь лишь базовые знания и обладать минимальными навыками работы с HTML, CSS и JavaScript, что является значительным плюсом для начинающих разработчиков [2].

Таким образом, созданная разработчиками интегрированная среда для разработки web-страниц Bootstrap 3 обеспечивает адаптивность, оптимизацию и стандартизацию интерфейсов, что позволяет создавать динамиче-

ские сайты для отображения на самых различных устройствах без внесения изменений в разметку макета.

Библиографический список

1. Морето Сильвио Bootstrap в примерах. – ДМК-Пресс, 2017. – 314 с.
2. Финков М.В., Евдокимов А.П. Создание сайтов своими руками на BOOTSTRAP. – Наука и техника, 2017. – 240 с.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ ИНФЛЯЦИИ

А.А. Суслина, А.Т. Кежватова, Д.А. Левшин

Научный руководитель – Громов А.Ю.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается эффективность применения нейронных сетей при решении задач прогнозирования, в частности в задаче прогнозирования уровня инфляции в Российской Федерации в предстоящем периоде.

Уровень инфляции является главным показателем экономического и социального благосостояния государства. Так, положительная динамика инфляции отрицательно влияет на все сферы деятельности, замедляя процессы развития, сопровождается обесцениванием денежной массы и ростом цен, является главным показателем наступления кризиса. Своевременный прогноз позволит снизить риск принятия неверных, необоснованных решений.

Нейронные сети могут также использоваться для решения сопутствующих задач, таких как: прогнозирование объема продаж и управление закупками, прогнозирование изменений котировок, управление ценами и производством, оценка недвижимости, исследование факторов спроса, прогнозирование потребления энергии.

Задачи прогнозирования решаются с помощью методов построения временных рядов, например, регрессии, экспоненциального сглаживания, авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего. Преимуществом применения нейронных сетей является то, что сеть обучается и не нуждается в построении четкого алгоритма для анализа [1].

Прогнозирование с использованием нейронной сети в отличие от других методов заключается не только в обработке и анализе данных об инфляции за предстоящие периоды, но также и в оценке влияния различных показателей, от которых зависит уровень инфляции. В данной задаче обучающей выборкой могут являться, к примеру, показатели индексов расходов, доходов и цен в определенные моменты времени. На основе полученных значений сеть вырабатывает решение о том, какой будет показатель инфляции в предстоящем периоде [2].

Для того чтобы получить максимально точный показатель будущего значения инфляции, необходимо учитывать все факторы, которые могут оказывать воздействие на уровень инфляции, и анализировать только те предстоящие временные периоды, в которых действуют одинаковые экономические тенденции.

Широкое применение нейронных сетей в задачах прогнозирования также обуславливается возможностью сети обрабатывать неполную, нечеткую и зашумленную информацию за счет способности корректировки поступающих данных и давать достаточно точные показатели.

Библиографический список

1. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. - М.: ДМК Пресс, 2015. - 400 с.
2. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. - Вильямс, 2016. - 1104 с.

Секция 7
Обработка изображений в системах управления

**АЛГОРИТМ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА
В УСЛОВИЯХ СМЕЩЕНИЯ ДАТЧИКА ИЗОБРАЖЕНИЙ**

С.М. Ларионов

Научный руководитель – Селяев А.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из основных задач анализа изображений является локализация движущегося объекта в последовательности кадров. Для решения данной задачи могут быть использованы алгоритмы на основе сопоставления соответствующих точек двух (или некоторого ряда) снимков, полученных в разные моменты времени. В случае если для группы связанных точек изменение значений яркости превышает некоторое пороговое значение, определяемое исходя из величины шума на изображениях, принимается решение о наличии движущегося объекта в поле зрения камеры. Положение такой группы точек принимается в качестве искомого положения объекта. Однако зачастую данную задачу необходимо решать в условиях замкнутой системы, то есть когда положение датчика изображений изменяется исходя из результатов локализации объекта интереса. В таком случае рассмотренный выше метод обнаружения движущегося объекта будут неработоспособным, так как даже малое смещение фонового изображения приведет к появлению значительного числа точек, ошибочно классифицированных как точки движущегося объекта.

В докладе предлагается следующий алгоритм локализации движущегося объекта в условиях смещения датчика изображений. Исходя из характеристик подвижного носителя, на котором расположена камера, на начальном кадре выделяется некоторая центральная область. На следующем кадре эта область будет смещена в результате изменения положения датчика изображений, однако останется в поле зрения камеры. Идея предлагаемого алгоритма заключается в определении смещения центральной области начального кадра последовательности в текущем кадре. В основу предлагаемого алгоритма положен метод сопоставления с эталоном, который состоит в поточечном сравнении текущего кадра и эталонного изображения. Сопоставление происходит путем вычисления критериальной функции, являющейся функцией от значений яркостей точек сравниваемых изображений, для каждого из возможных положений эталона в текущем кадре. Координаты точки наилучшего совмещения сравниваемых изображений, соответствующей экстремуму критериальной функции, принимаются в качестве искомого положения. Представленный ниже рисунок 1 поясняет описываемый алгоритм локализации движущегося объекта. На рисунке 1 приведены два обрабатываемых кадра: начальный и текущий. На начальном кадре прерывистой рамкой указана центральная область, которая даже при условии максимально возможного смещения подвижного носителя остается в поле зрения видеодатчика, а значит, присутствует на текущем кадре. Назовем эту центральную область опорным изображением. Отметим,

что положение объекта неизвестно ни для начального, ни для текущего кадра.

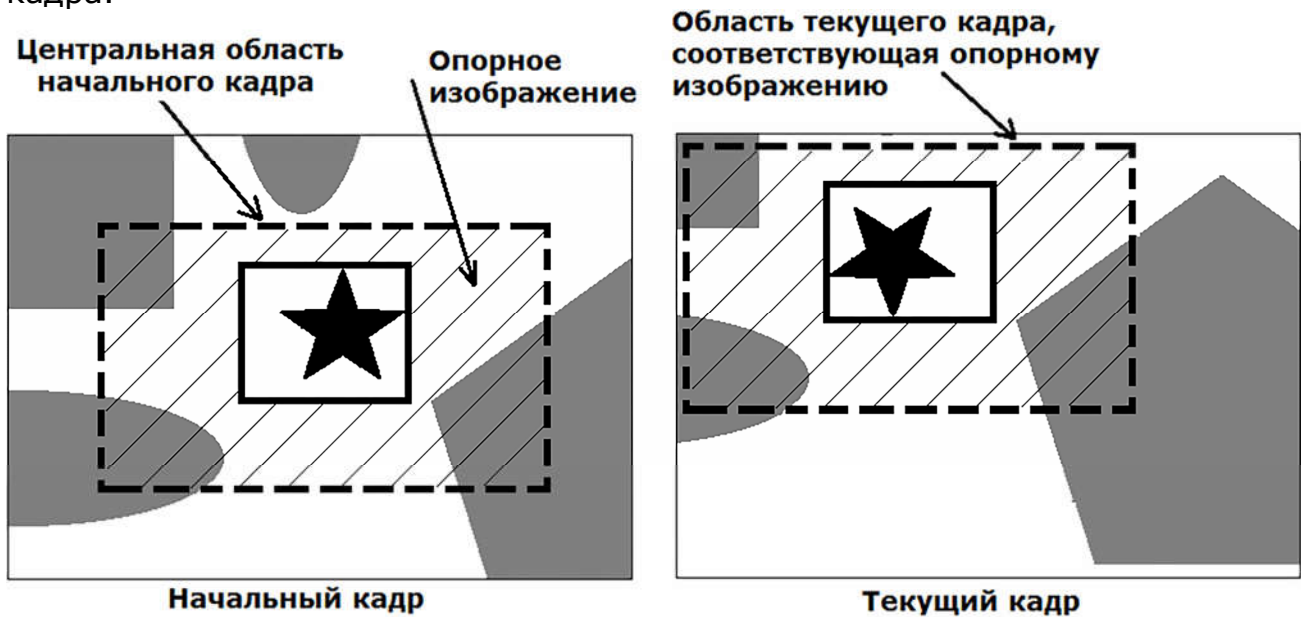


Рис. 1 - Пояснение к предлагаемому алгоритму

Смещение объекта внутри искомой области на текущем кадре может привести к ошибкам при определении положения этой области. Для того, чтобы отбросить в обоих кадрах те точки, изменения яркости в которых связано с движением объекта, вводится некоторое окно, точки которого не будут учитываться при вычислении значения критериальной функции. Размеры этого окна определяются исходя из априорных данных о размерах объекта интереса и его максимально возможной скорости. При этом для каждого возможного положения искомой области на текущем кадре перебираются все возможные положения отбрасываемого окна внутри этой области. Причем, при вычислении каждого нового значения критериальной функции это окно занимает одно и то же положение и в опорном изображении, и в сравниваемом участке текущего кадра. Экстремум критериальной функции достигается при сопоставлении опорного изображения и соответствующей ему области текущего кадра, когда в отбрасываемое окно попадает как положение объекта в текущем кадре, так и положение объекта в начальном кадре. Положение отбрасываемого окна, соответствующее экстремуму критериальной функции, указывает искомую позицию движущегося объекта. На рисунке 1 отмечены описываемые участки кадров для позиций обрабатываемой области текущего кадра и отбрасываемого окна, соответствующих экстремуму критериальной функции. Штриховкой отмечены сравниваемые области опорного изображения из начального кадра и обрабатываемого участка текущего кадра, сплошной рамкой отмечено положение окна, указывающее положение движущегося объекта.

Данный алгоритм может быть использован в различного рода охранных системах, для сжатия видеофайлов, при стабилизации изображения во время фото/видеосъемки, в системах обнаружения и наблюдения за движущимися объектами в условиях подвижного фона.

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований предлагаемого алгоритма и проводится сравнение его точностных характе-

ристик и быстродействия с существующими аналогами, а также способы снижения вычислительных затрат предлагаемого алгоритма.

АЛГОРИТМЫ ОЦЕНКИ ФОНА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Д.Ю. Ерохин, М.Д. Ершов

Научный руководитель – Бабаян П.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Оценка фона является ключевым шагом в работе многих систем компьютерного зрения и необходима для дальнейшего обнаружения объектов при обработке видеопоследовательностей. На данный момент разработано большое число алгоритмов оценки фона, которые широко используются в приложениях видеоаналитики [1]. Данные приложения в первую очередь обнаруживают людей, транспортные средства и т.д., а затем решают более узкие задачи для обеспечения безопасности, слежения за интересующими объектами, подсчета и классификации объектов и т.д.

Многие алгоритмы оценки фона включают следующие этапы:

1) Начальная оценка фона. Сначала необходимо получить базовую модель фона. Как правило, для этого используется фиксированное число первых после запуска алгоритма кадров.

2) Определение переднего плана сцены. На последующих кадрах выполняется сравнение текущего изображения и модели фона. Как правило, в результате их вычитания определяется передний план сцены.

3) Обновление оценки фона. В процессе работы алгоритма оценку фона необходимо обновлять с целью подстройки к изменяющимся условиям наблюдения: освещенность, медленно перемещающиеся объекты и т.п.

Зачастую применяются статистические подходы [1,2], нечеткие модели [3,4], а также нейросети [5,6].

Конкретный алгоритм оценки фона целесообразно выбирать исходя из специфики задачи. Например, часто алгоритмы основываются на разности между текущим кадром и статическим изображением, принятым как фон. Однако использование статического изображения в условиях постоянно меняющегося освещения приводит к неверному определению переднего плана сцены, поэтому оценку фона необходимо обновлять.

С другой стороны, можно вычислять разность между текущим и предыдущим кадрами. Такой способ приводит к выделению точек сцены, в которых произошло движение, но в большинстве случаев он не позволяет определить все точки, принадлежащие объекту. Кроме того, обнаружение остановившихся объектов становится невозможным.

Более сложные подходы дополнительно используют информацию о цвете, текстуре и границах объектов для улучшения работы этапа определения переднего плана сцены [7,8]. Отдельно можно выделить проблемы устойчивости алгоритма к теням и засветкам.

Для обнаружения остановившихся объектов разработан алгоритм на основе очереди оценок фона для разных малых промежутков времени [9]. Был использован подход на основе вычитания самой ранней оценки фона из текущей оценки фона, которая обновляется путем подачи на вход экс-

понижения фильтра текущего изображения. В результате текущая оценка будет накапливать информацию об остановившихся объектах. Обновление же ранних оценок фона осуществляется с использованием маски. В качестве маски выступает изображение с передним планом сцены.

Исследования выполнены за счет средств Гранта для поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (НС-7116.2016.8).

Библиографический список

1. Benezeth Y., Emile B., Laurent H., Rosenberger C. Review and evaluation of commonly-implemented background subtraction algorithms // International Conference on Pattern Recognition. – 2008. – P. 1-4.

2. Hayman E., Eklundh J.-O. Statistical background subtraction for a mobile observer // IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). – 2003. – P. 67-74.

3. Zhang H., Xu D. Fusing color and texture features for back ground model // International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. – 2006. – P. 887-893.

4. Bouwmans T. Background subtraction for visual surveillance: a fuzzy approach // Handbook on Soft Computing for Video Surveillance. – Taylor and Francis Group, 2012.

5. Culibrk D., Marques O., Socek D., Kalva H., Furht B. Neural network approach to background modeling for video object segmentation // IEEE Trans. Neural Networks. – 2007. – Vol. 18 (6). – P. 1614-1627.

6. Maddalena L., Petrosino A. A fuzzy spatial coherence-based approach to background/foreground separation for moving object detection // Neural Comput. Appl. – 2010. – Vol. 19 (2). – P. 179-186.

7. Jian X., Xiao-Qing D., Sheng-Jin W., You-Shou W. Background subtraction based on a combination of texture, color and intensity // International Conference on Signal Processing (ICSP). – 2008.

8. Jain V., Kimia B.B., Mundy J.L. Background modeling based on subpixel edges // IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). – 2007. – P. 321-324.

9. Алпатов Б.А., Ершов М.Д. Real-Time Stopped Vehicle Detection Based on Smart Camera // Proceedings of 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). – IEEE, 2017. – P. 171-174.

ОБЗОР МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ И СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ НА СЛОЖНЫХ ФОНАХ

А.В. Федин

Научный руководитель – Стротов В. В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В последние годы методам и алгоритмам обработки изображений для систем автоматического и автоматизированного управления уделяется все больше внимания. Одним из важнейших аспектов обработки изображений является анализ движения. Проблемой анализа движения в течение долго-

го времени занимались многие исследователи и на сегодняшний день существует ряд хорошо проработанных методик.

Особо следует отметить, что для решения целого класса задач необходимо производить анализ движения в режиме реального времени. Отсюда возникает ряд важных задач, связанных как с разработкой новых методик, так и с практической реализацией новых и ранее известных методик.

Одним из направлений при создании систем анализа и обработки видеoinформации является разработка бортовых видеoinформационных комплексов. Одной из наиболее актуальных проблем, связанных с разработкой бортовых систем технического зрения, является проблема обнаружения и выделения объектов, находящихся в поле зрения датчика изображений.

В докладе представлен обзор методов выделения движения и слежения за объектами на последовательности изображений. Были рассмотрены следующие методы:

- алгоритм слежения за движущимися объектами в бортовых видеoinформационных системах при подвижном поле зрения видеодатчика. В алгоритме используются результаты оценки параметров геометрических преобразований изображений для повышения точности оценки координат объектов [1].

- алгоритм слежения за воздушными, движущимися объектами в последовательности изображений. Предлагается комплексный подход к слежению за объектом, размеры которого значительно изменяются со временем. Данный подход построен на сочетании двух алгоритмов слежения, первый основан на методе пространственно-временной фильтрации, второй - на корреляционном и структурном методах. Переключение между алгоритмами производится в зависимости от оценок размеров объекта.

- алгоритм измерения координат объекта интереса, наблюдаемого на неоднородном фоне в присутствии близкорасположенных похожих объектов, сочетающий в себе достоинства методов сопоставления с эталоном и выделения динамических изменений в видеопоследовательностях. Эффективность алгоритма подтверждена результатами экспериментальных исследований, проведенных с использованием натуральных видеосюжетов [2].

- алгоритм измерения координат объекта в последовательности мультиспектральных изображений. В ходе экспериментов показано, что совместное использование информации ТВ и ИК диапазонов позволяет повысить эффективность слежения за объектом. Показано, что дополнительного улучшения можно добиться, если на этапе измерения координат учитывать неоднородность фонового изображения и наличие посторонних мешающих объектов [3].

- алгоритм выделения и измерения координат воздушных объектов, наблюдаемых на облачных фонах. Представлена модель наблюдения, результаты экспериментальных исследований, предложены подходы к улучшению качества выделения объектов [4].

- метод слежения за объектом на сложном фоне. Предлагаемый метод слежения за объектом на сложном фоне был протестирован на различных видеопоследовательностях, для разной степени заслонения объекта и разного отношения сигнал-шум, при различных значениях пороговых величин T и N . Результаты показали, что в ряде случаев, когда применение корреляционно-разностного алгоритма

$$F(\alpha, \beta) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m |G(\alpha + i, \beta + j) - H(i, j)| \quad (1)$$

приводит к неточному определению координат движущегося объекта или срыву слежения, модифицированный метод справляется с задачей.

- алгоритм выделения воздушных объектов на неоднородном фоне при движущемся датчике изображений. Решена задача выделения объектов, наблюдаемых с помощью видеокамеры, расположенной на движущемся носителе. Особенностью предлагаемого алгоритма выделения объектов является использование статистических характеристик ошибки оценивания смещения фона для вычисления оптимальных пороговых значений [5].

- алгоритм обработки изображений для систем автоматического сопровождения воздушных объектов. Рассматривается алгоритм выделения воздушных объектов на телевизионных и тепловизионных изображениях, ориентированный на реализацию в системах автоматического сопровождения реального времени [6].

Результаты анализа движения представляют значительный интерес как сами по себе, так и в сочетании с другими методиками обработки изображений.

Библиографический список

1. Корепанов С.Е., Стротов В.В. Алгоритм слежения за движущимися объектами в бортовых видеоинформационных системах // Цифровая обработка сигналов. 2011. № 3. С. 21-23.
2. Алпатов Б.А., Фельдман А.Б. Измерение координат объекта в видео-последовательности с использованием оценки фонового изображения // Механика, управление и информатика. 2012. № 8. С. 231-236.
3. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Смирнов С.А., Фельдман А.Б. Измерение координат объекта в последовательности мультиспектральных изображений // Цифровая обработка сигналов. 2012. № 4. С. 13-17.
4. Муравьев В.С., Муравьев С.И. Алгоритм выделения и измерение координат объектов, наблюдаемых на облачных фонах // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2007. № 21. С. 20-24.
5. Бабаян П.В. Выделение объектов на неоднородном фоне при движущемся датчике изображений // Цифровая обработка сигналов. 2012. № 1. С. 22-26.
6. Алпатов Б.А., Блохин А.Н., Муравьев В.С. Алгоритм обработки изображений для систем автоматического сопровождения воздушных объектов // Цифровая обработка сигналов. 2010. № 4. С. 12-17.

ИНТЕГРАЛЬНОЕ ВЕКТОРНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РАДОНА В ЗАДАЧАХ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ГРАНИЦ

Н.Ю Шубин

Рязанский государственный радиотехнический университет

Цифровая обработка изображений находит широкое применение в большом количестве областей человеческой деятельности. Она используется в медицине, военной сфере и многих других. Известны такие задачи обра-

ботки изображений, как сегментация изображений, фильтрация, поиск фигур, границ, углов и т.д. В данной работе рассматривается задача обнаружения линий на сложном фоне.

Обычно для поиска прямолинейных границ на изображении применяется преобразование Радона (ПР). ПР подразумевает обработку исходного изображения каким-либо детектором границ. Такое изображение подвергается ПР, результат которого содержит локальные максимумы, предположительно соответствующие какой-либо прямой на исходном изображении. Однако применение в задаче обнаружения линий методов использующих обычное ПР мало эффективно по следующим причинам:

- широкая линия может породить две прямолинейных границы, каждая из которых обнаруживается обычными ПР как самостоятельная граница;
- на фоне объектов сложной неоднородной текстуры затруднительно детектировать прямолинейные границы с помощью обычного ПР, не использующим информацию о скорости перепада яркости, и направлении этого перепада при применении детектора границ.

В данной работе предлагается отличать линии от обычных границ по признаку направления градиента. Использование информации о направлении градиента позволяет повысить точность обнаружения линий в условиях сложного неоднородного фона[1]. Таким образом, использование векторного поля градиента представляется обоснованным. Основываясь на этом принципе, вводится так называемое интегральное векторное преобразование Радона (ИВПР), вычисляемое на основе обычного. С помощью ИВПР можно обнаружить прямые линии, в том числе на неоднородном фоне, а также оценить их толщину в пикселях. В отличие от ПР данное преобразование может иметь как положительные, так и отрицательные значения. В то же время ИВПР обладает и привычным для ПР свойствами – его локальные экстремумы (минимумы и максимумы) косвенно могут указывать на наличие прямолинейной границы. Таким образом, ИВПР представляется наиболее подходящим преобразованием для использования при решении задачи обнаружения линий на изображении.

Исследования выполнены при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских учёных МК-5331.2016.9.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Шубин Н.Ю. Обнаружение линий электропередач на изображении с использованием многоагентного подхода.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ТОМОГРАММ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ДИАГНОСТИКЕ АУТИЗМА

В.А. Борисова

Научный руководитель – Сержантова Н.А.

к.т.н., проф.

Пензенский государственный технологический университет

Аутизм – расстройство, возникающее вследствие нарушений деятельности головного мозга, и проявляющееся, прежде всего, в нарушениях коммуникативной деятельности. Долгое время считалось, что диагностика ау-

тизма может выполняться только с применением специализированных тестов и не подкрепляется методами, используемыми в доказательной медицине для принятия решений (в том числе управленческих, для дальнейшего выбора тактики диагностики и терапии) [1, 2]. Однако, в настоящее время ученые сделали важный шаг к диагностике аутизма с помощью магниторезонансной томографии (МРТ). В дальнейшем эти данные могут помочь врачам выявлять подобную проблему у детей на самой ранней стадии, что увеличит доступность лечения и улучшит прогноз для людей с аутизмом.

Анализ томограмм здоровых людей и пациентов с подтвержденным аутизмом позволил выявить «горячие точки»- это участки томограмм, связанные с моторными навыками, вниманием, распознаванием лиц и социальным поведением – все эти функции нарушены у людей с аутизмом. Именно эти участки необходимо анализировать в первую очередь.

Анализ томограмм можно выполнять с применением различных компьютерных технологий. Одним из перспективных в данном направлении пакетов прикладных программ является Matlab.

На сегодняшний день система Matlab, в частности пакет прикладных программ ImageProcessingToolbox, является наиболее мощным инструментом для моделирования и исследования методов обработки изображений. Он включает большое количество встроенных функций, реализующих наиболее распространенные методы обработки изображений.

В данной работе объектом исследования являются две томограммы головного мозга: без патологий (рисунок 1), и с подтвержденным аутизмом (рисунок 2).

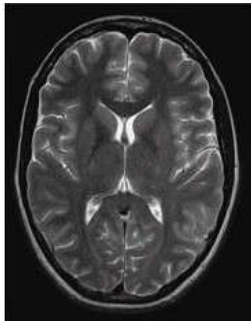


Рис. 1 – Норма

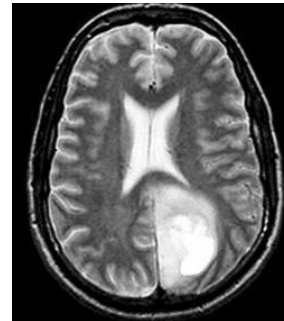


Рис. 2 - Патология

Для выявления патологических изменений была выполнена сегментация изображения методом разделения и анализа однородности не перекрывающихся блоков изображения (рисунок 3, 4).

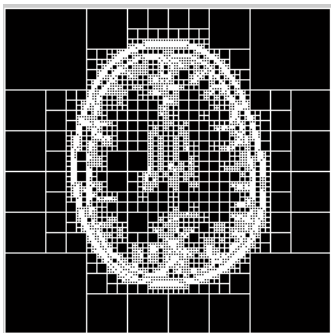


Рис. 3 – Норма

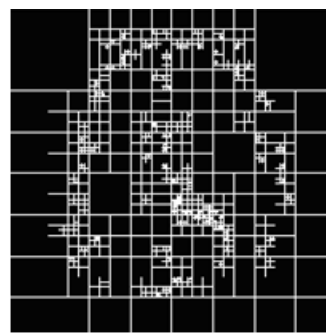


Рис. 4 - Патология

Выделила границы однородных объектов методом Кенни (рисунок 5, 6).



Рис. 5 – Норма

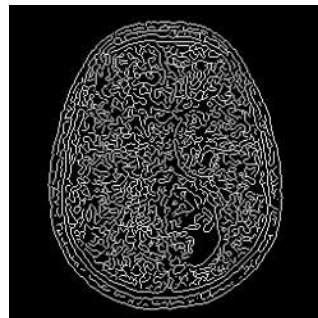


Рис. 6 - Патология

Таким образом, анализ патологической томограммы позволяет выявить поврежденный участок головного мозга.

Визуализация участков, называемых «горячими точками» не всегда позволяет однозначно диагностировать аутизм или выполнять дифференциальную диагностику с другими патологиями. Однако обработка таких изображений, накопление опыта, формирование базы знаний позволит в дальнейшем сформулировать решающие правила для проведения автоматизированной диагностики аутизма на основе анализа томограмм головного мозга.

Библиографический список

1. Борисова В.А. Алгоритм процесса автоматизации доврачебной скрининговой диагностики аутизма // Современные проблемы развития техники и технологий. – 2016. С. 30-32.
2. Борисова В.А., Сержантова Н.А. Автоматизация процесса мониторинга состояния детей, страдающих аутизмом // Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы – 2016. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. С. 330-334.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРЫ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВИДЕОКАМЕР

М.Н. Князев

Научный руководитель – Фельдман А.Б.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются проблемы установления геометрического соответствия между изображениями, формируемыми каждой из камер, составляющих стереопару, а также восстановления на этой основе трехмерной геометрии наблюдаемой сцены.

Эту задачу можно разделить на несколько частей:

- калибровка камер;
- геометрические преобразования изображений;
- построение карты глубины;
- построение карты препятствий;
- фильтрация шумов и ошибок.

Имея калибровку, а также изображения с каждой из камер, выполним ректификацию изображений. Получив выравненные изображения (Рис.1), можем построить карту глубины. Для каждой точки на первом изображении необходимо найти пару на другом, далее для каждой из пар выполняется триангуляция, из которой получаем расстояние до плоскости камеры [1]. Выполнив подобные действия для каждой пары точек, получим карту глубины.

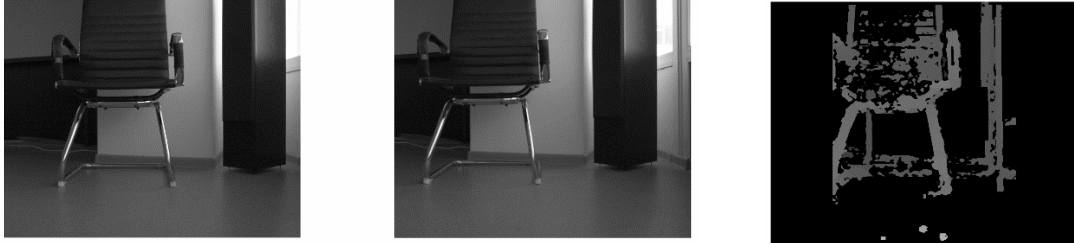


Рис. 1 - Пара ректифицированных изображений и карта глубины

На основе карты глубины, ректифицированных изображений, а также калибровочных матриц каждой из камер восстановим 3D-сцену, которую наблюдаем на исходных изображениях (Рис. 2). Эта сцена представлена трехмерным облаком точек, которое далее будет использоваться в качестве основы для построения карты препятствий.

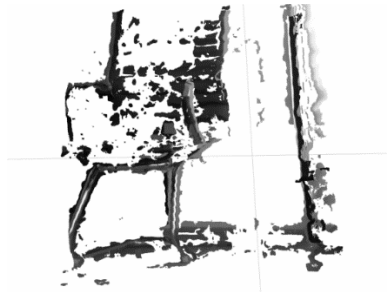


Рис. 2 - Восстановленная 3D-сцена

Восстановленная сцена выглядит неидеально, но этого достаточно, чтобы судить о наличии препятствия впереди.

На изначально получаемой карте имеется достаточное число ошибок, но препятствия можно разглядеть – они выглядят как самое плотное скопление точек. Для того чтобы исправить ситуацию, применим морфологическую фильтрацию (Рис. 3) [2]. Здесь препятствие видно чётко, ошибки отсутствуют. Для удобства отмечен угол обзора.

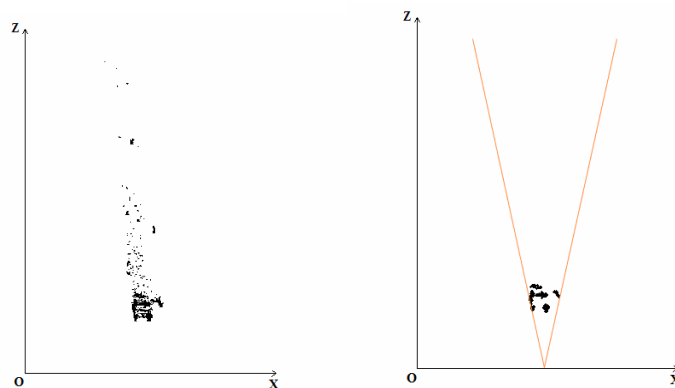


Рис. 3 - Карта препятствий после морфологической обработки

Работа выполнена при с использованием средств Гранта для поддержки ведущих научных школ РФ (НШ-7116.2016.8).

Библиографический список

1. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
2. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.

АЛГОРИТМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДСЧЕТА ЧИСЛА ПЕШЕХОДОВ НА БАЗЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОКАМЕРЫ

Д.Ю. Ерохин, М.Д. Ершов
Научный руководитель – Фельдман А.Б.
к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В данном докладе рассматриваются основные алгоритмы, которые входят в состав системы технического зрения (СТЗ) для решения задачи автоматического подсчет пешеходов.

Большинство современных алгоритмов обнаружения объектов условно можно разделить на две основные группы: в основе которых лежит машинное обучение и в основе которых лежит выделение движения.

Так как алгоритмы планируется реализовать на вычислительной платформе интеллектуальной видеокамеры, возможности которой в целом достаточно ограничены, поэтому для обнаружения пешеходов выбран пороговый алгоритм выделения движущихся объектов.

В силу возможного пересечения траекторий происходит слияние нескольких пешеходов в один сегмент. Если априори известны средние размеры пешеходов в различных областях кадра, используя эту информацию, можно отслеживать слияние сегментов и разделять один сегмент на несколько частей, если это необходимо.

После выделения объектов необходимо установить соответствие между сегментами текущего кадра и отслеживаемыми объектами. Для это в работе применяется алгоритм [1]. Данный алгоритм основан на разделении двусвязного графа на связные компоненты, в которых не более трех вершин.

Подсчет пешеходов осуществляется путем отслеживания ситуации, когда пешеход пересекает заданную оператором линию. На рис.1. приведен результат работы программного обеспечения (ПО). Данное ПО создано с использованием языка программирования С. На персональном компьютере с процессором intel core i7-4770 разработанное ПО обеспечивает обработку видеок кадров с разрешением 720x576 пикселей с частотой 100 кадров/с, что свидетельствует о возможности применения данного ПО в интеллектуальной видеокамере.

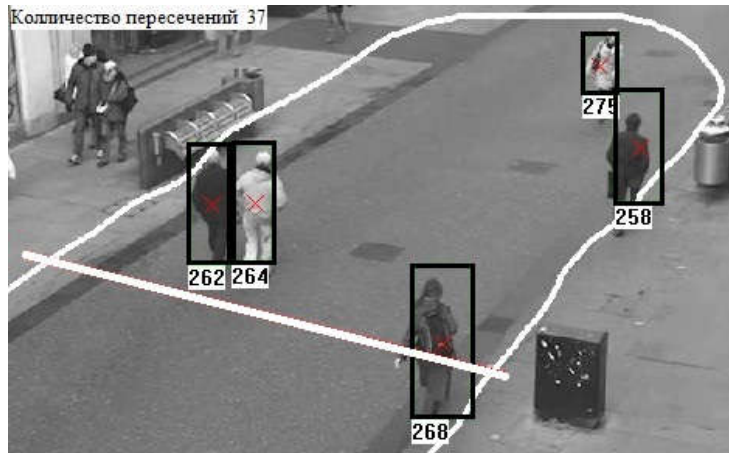


Рис. 1 – Пример работы разработанного программного обеспечения

Библиографический список

1. Alpatov B., Babayan P. Multiple object tracking based on the partition of the bipartite graph //SPIE Security+ Defence. – International Society for Optics and Photonics, 2011. – С. 81860B-81860B-6.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА НА ОСНОВЕ БЫСТРЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ

А.Д. Коньков

Научный руководитель – Смирнов С.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время системы технического зрения (СТЗ) получили широкое распространение. Данные системы используются в робототехнических комплексах, в системах аэрокосмического наблюдения и в бортовых системах навигации пилотируемой и беспилотной техники. Одной из задач, решаемых СТЗ, является измерение координат объектов в последовательности изображений.

Довольно часто на практике для измерения координат объектов применяется корреляционно-экстремальный алгоритм (КЭА) [1]. При поиске координат объекта на изображении, особенно при необходимости работы в реальном масштабе времени, используется КЭА с критериальной разностной функцией модуль разности:

$$F(\alpha, \beta, n) = \sum_{i, j \in H} |l(i + \alpha, j + \beta, n) - h(i, j)|, \quad (1)$$

где $l(i, j, n)$ – элементы наблюдаемого изображения L в n -м кадре, $h(i, j)$ – элементы дискретного эталонного изображения объекта H , i и j – координаты центра объекта в системе координат изображения L , α и β – параметры, характеризующие смещение объекта вдоль осей координат.

Данный алгоритм позволяет измерять положение объекта с большой точностью, но при этом имеет высокую вычислительную сложность. Представляется возможным избавиться от этого недостатка, если вычислять КЭА с помощью преобразования Фурье. Алгоритм заключается в замене корре-

ляции двух функций $I(x, y)$ и $h(x, y)$ в пространственной области на обратное преобразование Фурье, примененное к произведению $L^*(u, v)H(u, v)$:

$$I(x, y) \circ h(x, y) \Leftrightarrow L^*(u, v)H(u, v), \quad (2)$$

где $L(u, v)$ и $H(u, v)$ обозначают Фурье-образы функций $I(x, y)$ и $h(x, y)$, соответственно, L^* – комплексно-сопряжённая к L функция [2].

Экспериментальные исследования КЭА на основе быстрых преобразований в частотной области были проведены на наборе натуральных видеосюжетов. В ходе исследования рассматриваемый алгоритм сравнивался с алгоритмом измерения координат объекта на изображении с межкадровой фильтрацией эталона [3]. Анализ полученных результатов показал, что КЭА на основе быстрых преобразований позволяет точнее измерять положение объекта в кадре. При этом при измерении координат больших объектов происходит сокращение вычислительных затрат.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Селяев А.А., Хлудов С.Ю. Устройство для определения положения объекта на изображении. А.С. СССР № 1427396, 1988.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. - М. Техносфера, 2005 - 1072с.
3. Алпатов Б.А., Селяев А.А. Алгоритм оценки местоположения объекта на двумерном изображении // Изв. вузов. Приборостроение. 1988. Т. XXXI. № 5. С. 3-6.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЙ ПЕРЕДАЧИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.В. Бендарский

Научный руководитель – Стротов В.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В данной работе исследуется ряд проблемных вопросов, связанных с реализацией программного комплекса помехоустойчивой передачи и восстановления изображений. Задача помехоустойчивой передачи и восстановления изображений остро встает, например, при передаче видеопотока с объекта, находящегося в воздухе и находящегося в движении.

Основными проблемами при передаче изображений являются:

- изначальные цифровые шумы приемного устройства;
- аналоговые шумы канала передачи данных.

Существуют различные методы устранения данных проблем, но исходя из того, что все эти операции происходят прямо в процессе трансляции видеопотока, то наиболее подходящими для использования те, которые обладают наибольшим быстродействием. На основе анализа комплекса основных проблем, был выбран следующий алгоритм данного программного комплекса:

1. декодирование получаемого сигнала и исправление возможных ошибок возможностями декодера;

2. устранения аналогового шума посредством комплексирования с предыдущими изображениями в видеопотоке;

3. устранение цифровых шумов на изображении.

В качестве используемого помехоустойчивого кода будет использоваться БЧХ-код, а в частности код Рида — Соломона с алгоритмом поиска ошибок Берлекэмп — Месси. Причиной выбора данного метода является соотношение простоты реализации декодера и малое количество избыточного кода [1].

В случае обнаружения аналоговых ошибок передачи программный комплекс выполняет восстановление изображений с использованием комплексирования нескольких полученных кадров. Эта задача решается с помощью пространственно-ориентированных деревьев вейвлет-преобразования. Данный метод характеризуется наибольшей эффективностью по сравнению с известными подходами по критерию ПОСШ.

Завершающим этапом работы является использование медианной фильтрации для устранения простых шумов на изображениях.

Библиографический список

1. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение / пер. с англ. В. Б. Афанасьева. — М.: Техносфера, 2006. — 320 с. — (Мир связи).

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ЦИФР

О.К. Архипова

Научный руководитель – Муравьев В.С.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время одной из актуальных проблем является распознавание рукописных символов. Применение алгоритмов и методик распознавания рукописных символов востребовано в различных сферах деятельности современного общества, таких как оцифровка рукописных статей, обработка чеков, прием квитанций о коммунальных и иных платежах, регистрация автомобильных номеров, регистрация населения в паспортных столах и т.п. [1]. Однако на данный момент достигнутая точность известных алгоритмов ниже, чем для «печатных» символов.

Известен ряд методов распознавания образов, однако для полного решения рассматриваемой задачи применений технологий машинного понимания изображений. Для распознавания рукописного символа практически невозможно составить формализованный (не интеллектуальный) алгоритм, гарантирующий решение задачи в любых условиях наблюдения. Попытка решения этой проблемы была предпринята американским ученым Яном ЛеКуном, который предложил использовать сверточные нейронные сети [2].

Данная работа посвящена изучению возможности применения сверточной нейронной сети для распознавания рукописных цифр. Следует отметить, что нейронные сети не программируются в привычном смысле этого

слова, а обучаются на множестве готовых примеров. Возможность подобного обучения является одним из неоспоримых преимуществ этого способа перед традиционными методами компьютерного зрения.

Основная идея подхода состоит в использовании архитектуры сверточной нейронной сети. Сеть интегрирует процесс выделения элементарных признаков изображения, формирование более сложных признаков на высших уровнях обработки и распознавание образов. Архитектура строится на чередовании сверточных слоев (C-layers), субдискретизирующих слоев (S-layers) и наличии полносвязных (F-layers) слоев на выходе. Выходом алгоритма является метка класса наиболее схожего с изображенной цифрой.

В работе приведены результаты экспериментальных исследований эффективности применения сверточных нейронных сетей для распознавания рукописных цифр. Для разработки моделей нейронных сетей был выбран программный инструмент MatConvNet, ориентированный на среду программирования MATLAB. Для исследований в качестве входных данных была использована база изображений рукописных цифр MNIST [3]. Она широко применяется для оценки качества алгоритмов распознавания и сравнения качества их работы. База данных насчитывает 70 000 изображений рукописных цифр от 0 до 9. Из них 60 000 изображений составляют обучающую выборку, контрольная выборка состоит из 10 000 изображений цифр. Каждое изображение в этой базе размером 28x28 пикселей. В ходе эксперимента происходило обучение моделей на выбранном наборе данных из 10 000 тестовых примеров. На основании имеющейся эталонной информации и полученных результатов распознавания строилась матрица ошибок, которая определяла процент правильной классификации рукописных цифр.

Для проведения компьютерного моделирования была реализована программа на языке высокого уровня, которая оценивала частоту правильной классификации рукописных цифр на 10 000 тестовых примерах. Измеренная частота правильного распознавания превысила 99%, что является очень хорошим результатом. Также была оценена эффективность решения задачи при повороте исходных изображений на заданный угол. Полученные данные свидетельствуют, что при повороте изображения на угол больше 45 градусов качество распознавания заметно снижается. В будущем представляется возможным достигнуть большей инвариантности к подобным геометрическим преобразованиям.

Не смотря на то, что обучение нейронной сети может занимать достаточно большое время, нейронные сети зарекомендовали себя, как мощный инструмент для классификации символов, а в последнее время стали использоваться для решения более сложных задач компьютерного зрения.

Библиографический список

1. Визильтер Ю.В. и др. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения. – М.: Физматкнига, 2010. – 689 с.
2. Y. LeCun, Y. Bengio. Convolutional Networks for Images, Speech, and Time-Series, in Arbib, M. A. (Eds), The Handbook of Brain Theory and Neural Networks, MIT Press, 1995.

3. MatConvNet: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.vlfeat.org/matconvnet/install> (дата обращения: 02.10.2017).

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ШАРА НА ПЛОСКОСТИ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Н.С. Лактюшин

Научный руководитель – Стротов В.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

1. Введение

В данной работе рассматривается процесс проектирования робототехнического комплекса, который включает в себя систему технического зрения, систему исполнительных механизмов (шаговые двигатели), систему сенсоров (концевые переключатели), используется среда MATLAB совместно с Arduino Uno, которое используется в качестве регулятора.

Arduino — это платформа для разработки автоматических систем управления, устройств, роботов на базе микроконтроллера. Благодаря удобству и простоте языка программирования, а также открытой архитектуре и программному коду, Arduino пользуется огромной популярностью во всем мире.

MATLAB — это высокоуровневый язык и интерактивная среда для программирования, численных расчетов и визуализации результатов. С помощью MATLAB можно анализировать данные, разрабатывать алгоритмы, создавать модели и приложения.

2. Проектирование двумерной системы управления объектом

Работа включает в себя разработку двумерной системы позиционирования объекта на плоскости, управляемая двумя шаговыми двигателями (см. Рисунок 1), в которой используются средства MATLAB & Simulink, платформа Arduino UNO на базе микроконтроллера ATmega328p компании Atmel и видеодатчик.

Задача заключается в оценивании координат объекта в реальном времени при помощи средств MATLAB & Simulink, вычислении управляющих воздействий для выходных валов шаговых двигателей посредством двух регуляторов и посылке этих управляющих воздействий на плату Arduino UNO, к которой подключены драйверы для управления шаговыми двигателями.

Для решения задачи необходимо задать желаемое положение объекта на плоскости (например, центр плоскости). После этого осуществляется захват кадра с веб-камеры, осуществляется поиск объекта на плоскости и оцениваются его координаты. Обработка кадра осуществляется в MATLAB по следующему



Рис. 1- Двумерная система позиционирования объектом

алгоритму в цикле:

1. Захватывается кадр с видеодатчика и полученное изображение преобразуется в серое.
2. Осуществляется сегментация, в ходе которой объекты делятся на два класса (фон и объект).
3. Осуществляется разметка и параметризация.
4. Находятся координаты объекта.
5. Оцениваются ошибки отклонения текущего положения объекта от желаемого.
6. Формируются управляющие воздействия для двух шаговых двигателей, которые отвечают за поворот платформы.
7. Отправляется посылка управляющих команд на плату Arduino UNO.

Настройка параметров оптимальных параметров для регуляторов осуществляется в режиме реального времени при помощи пакета расширения Simulink Optimization Toolbox, в который входит блок Check Step Response Characteristics.

Захват кадров с видеодатчика осуществляется с помощью блока From Video Device из пакета расширения Simulink Image Acquisition Toolbox. Посылка управляющих воздействий передается двумя байтами.

На плату Arduino UNO загружается прошивка с помощью Embedded Coder и библиотеки Custom C/C++ Target – Arduino. Embedded Coder генерирует удобочитаемый, компактный и быстрый C и C++ код для использования во встраиваемых процессорах, отладочных платах и микропроцессорах.

3. Заключение

В работе описана двумерная система позиционирования шара на плоскости. Было разработано программное обеспечение с помощью интегрированной среды разработки Arduino IDE и с использованием графической среды имитационного моделирования Simulink системы MATLAB. Предложен алгоритм выделения и слежения за шаром с помощью видеокамеры. Проведены экспериментальные исследования разработанного алгоритма (см. рисунок 2).

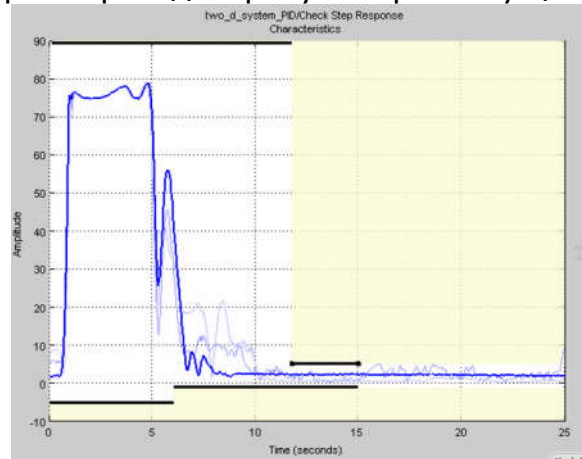


Рис. 2 - Результат работы оптимизированной системы

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.
2. Запуск моделей Simulink на Arduino. [Электронный ресурс]. // Официальный дистрибьютор MathWorks на территории России и СНГ URL: http://matlab.ru/blog/MPblog/Simulink_Arduino/ (дата обращения 12.02.2017).

3. Блум Джереми. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 336 с.: ил.

АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ВЫЧИТАНИЯ ФОНА

А.С. Локтеев

Научный руководитель - Бабаян П.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

На сегодняшний день существует много эффективных методов выделения объектов [1]. Например, метод независимых компонент, описанный в [6], достаточно устойчив к изменениям освещения [2]. Другим примером можно назвать алгоритмы, основанные на структуре сжимающего зондирования описанные в [3]. Алгоритм пространственно-временной аналогии изучен в [5]. К области применения этого алгоритма относят видеопоследовательности с высокодинамичным фоном. Методы, основанные на Σ - Δ (сигма-дельта) фильтрах [4] обнаружения движения популярны для встроенной обработки.

В соответствии с [2] при разработке метода вычитания фона должен быть дан ответ на следующие 3 вопроса.

- 1) Какова модель и как она себя ведет?
- 2) Как инициализируется модель?
- 3) Как модель обновляется со временем?

В настоящем докладе рассмотрены основные особенности метода вычитания объектов ViBE (ViSual Background Extractor) [2] основанного на следующих базовых принципах. Модель фона на кадре с номером k представляется набором множеств интенсивности/цвета пикселя для всех пикселей. Для инициализации модель каждого пикселя заполняется значениями случайных пикселей из окрестности. В процессе вычитания фона алгоритм сравнивает новое значение пикселя со всеми значениями в модели фона для данного пикселя. Если количество совпадений больше некоторого значения, то пиксель считается фоновым. Конечно, необходимо обновлять модель: когда пиксель принадлежит фону, то заменяется одно значение в модели данного пикселя и одного из соседних на новое.

В дальнейшем планируется провести экспериментальные исследования и выполнить программную реализацию этого метода.

Библиографический список

1. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление / Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, О.Е. Балашов, А.И. Степашкин. - М.: Радиотехника, 2008.- 176с.:ил.
2. O. BARNICH and M. VAN DROOGENBROECK. ViBe : A universal background subtraction algorithm for video sequences. IEEE Transactions on Image Processing, 20(6) :1709-1724, June 2011.
3. V. Cevher, A. Sankaranarayanan, M. Duarte, D. Reddy, R. Baraniuk, and R. Chellappa, "Compressive sensing for background subtraction," in *European*

Conference on Computer Vision, vol. 5303 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 155–168, Springer, October 2008.

4. A. Manzanera and J. Richefeu, "A robust and computationally efficient motion detection algorithm based on sigma-delta background estimation," in *Indian Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing*, (Kolkata, India), pp. 46–51, December 2004.

5. V. Mahadevan and N. Vasconcelos, "Spatiotemporal saliency in dynamic scenes," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 32, pp. 171–177, January 2010.

6. D.-M. Tsai and S.-C. Lai, "Independent component analysis-based background subtraction for indoor surveillance," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 18, pp. 158–167, January 2009.

РАЗРАБОТКА БАЗОВОЙ СТРУКТУРЫ НЕЙРОСЕТЕВОГО КЛАССИФИКАТОРА ПОМЕХИ ДВИЖЕНИЮ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СОСТАВА

П.А.Фурсов

Научный руководитель - Бехтин Ю.С.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время при решении различных задач обеспечения безопасности железнодорожного движения широко внедряются современные технологии компьютерного зрения.

Разработанная базовая структура нейросетевого классификатора помехи движению железнодорожного состава (локомотива) представлена на рис. 1.



Рис.1 - Базовая структура нейросетевого классификатора

Входными данными НСК являются комплексированные видеокдры реального времени и последовательность их фрагментов, а также векторы признаков, описывающие фрагменты видеокдров, например, контуры помехи или координаты тяжести контура. Входные данные НСК вырабатываются видеодатчиками и радарными (сканерами) пути и должны гарантиро-

вать получение выходных сигналов НСК, обеспечивающих достоверную классификацию объектов инфраструктуры железнодорожного пути.

Выходными данными НСК являются сигнал, соответствующий модели помехи, а также сигнал, определяющий характер движения помехи. Сигналы преобразуются в векторы классов для системы безопасности локомотива или в вектор сигналов для машиниста. При этом должно быть осуществлено управление пятью светофорными ячейками в кабине локомотива.

В ходе выполнения исследований также был рассмотрен вопрос о практической реализации предложенной структуры нейросетевого классификатора в виде специализированных устройств на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС). Очевидно, что существуют два пути по практической реализации данной разработки: оснащение кабин локомотивов принципиально новым оборудованием или интеграция полученного решения с уже существующими системами аварийного оповещения и торможения.

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ЛИНЕЙНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ НА ПЛИС

И.А. Орлова, Д.И. Устюков

Научный руководитель – Кистрин А.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Развитие робототехнических систем, повышение требований к бортовым системам различных машин, а также другим системам визуального контроля влечет за собой увеличение требований к системам технического зрения (СТЗ). Одним из основных требований является повышение быстродействия алгоритмов обработки.

Обычно, в работе СТЗ выделяют подзадачу предобработки изображения. Одним из наиболее распространенных способов предобработки цифровых изображений является линейная пространственная фильтрация. Суть алгоритма можно представить в виде следующей формулы

$$R(i, j) = \sum_{i=-k}^k \sum_{j=-k}^k M(i+k, j+k) * I(x+i, y+j),$$
 где R – изображение после

фильтрации, I – исходное изображение, k – половина окна маски фильтра,

M – маска фильтра, причем $\sum_{i=-k}^k \sum_{j=-k}^k M(i+k, j+k) = 1[1]$. Очевидно, что

фильтрация, выполняемая по такой формуле, легко поддается распараллеливанию.

Для решения данной задачи рационально использовать программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). Благодаря своей конструкции они позволяют получить устройство практически любой архитектуры. В данном случае можно реализовать большое количество параллельно работающих вычислительных потоков. Узким местом при обработке больших объемов информации с применением технологии распараллеливания вычислений являются приём и передача данных обработчиком, а также вопросы её хранения.

В работе использовался интерфейс Ethernet для обмена данными между ЭВМ и отладочной платой с ПЛИС, причём изображения передавались построчно байт за байтом. Хранение данных осуществлялось в блочной памяти ПЛИС. В состав параметризуемых элементов (элементов Core Generator) входит несколько видов такой памяти, но ни одна из них не позволяет за один такт синхросигнала считывать из памяти более двух значений, что затрудняет параллельную обработку [2]. Поэтому для каждой строки изображения был выделен отдельный двухадресный блок памяти. Модули обработки строятся таким образом, чтобы получить одновременно данные из трёх блоков памяти, таким образом можно обеспечить линейную пространственную фильтрацию с окном 3x3. Сам обработчик представляет собой конвейер, первая ступень которого отвечает за получение нового столбца точек, а остальные за математические операции (умножение, сложение). Схема конвейера для алгоритма низкочастотной линейной филь-

рации с маской $\frac{1}{16} * \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ представлена на рисунке 1.

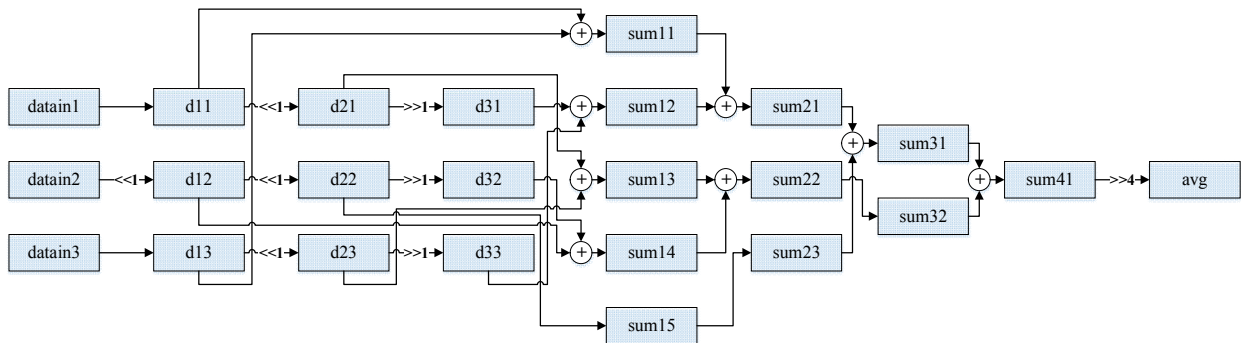


Рис. 1 – Схема конвейера низкочастотного линейного пространственного фильтра

На рисунке приняты следующие обозначения:

- datain1-datain3 – входные линии данных;
- d11-d33 – ячейки для хранения окна пикселей изображения размером 3x3;
- sum11-sum42 – Суммы пар значений с предыдущих ступеней конвейера;
- avg – результат вычисления;
- стрелки показывают передачу данных между регистрами (выполняется по тактам синхроимпульса);
- подписи над стрелками <<1, >>1, <<4 – сдвиг вправо на 1 разряд, сдвиг влево на 1 разряд и сдвиг влево на 4 разряда соответственно.

Аналогичным образом были реализованы блоки высокочастотной линейной фильтрации и её частный случай – детектор границ Собеля.

Тестирование работы проводилось на полутоновых изображениях с разрешением 640x512 пикселей. При этом было задействовано 510 блоков памяти объемом 1280 пикселей (адреса, начиная с 640, использовались для хранения результата обработки). Время обработки одного кадра –

0.0033 секунды, при частоте синхроимпульса 200МГц. При этом было использовано – 15% ресурсов кристалла.

Полученная реализация, благодаря высокому быстродействию и малому потреблению ресурсов, может быть использована для предобработки информации в сложных системах технического зрения.

Библиографический список

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс, Цифровая обработка изображений - М.: "Техносфера", 2012г. - 1104с.: ил.

2. Кистрин А. В., Костров Б. В., Никифоров М. Б., Устюков Д. И. Проектирование цифровых устройств — М. : КУРС : ИНФРА-М, 2017. — 352 с.

О ПОРЯДКЕ ПРОЦЕДУР ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.К. Лопатин

Научный руководитель – Белов В.В.

д.т.н., проф.

ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет»

Одним из этапов обработки изображений является улучшение изображения. Можно говорить о двух различных направлениях улучшения изображений: 1) повышение визуального качества и 2) улучшение с целью упрощения выполнения некоторых дальнейших процедур обработки изображения.

В первом случае имеет место задача, имеющая нечёткий критерий качества. В условиях нечёткости требований применяются два подхода:

1. Применение методик, которые обосновываются статистическими исследованиями. Такие методики достаточно условны и относительны. Относительность подхода можно проиллюстрировать на примерах из [1,2]. Предлагаемая авторами система, предназначенная для автоматического повышения контраста, построена с использованием числовых коэффициентов, подбор которых осуществлялся на основе статистической оценки. Это даёт основания говорить о том, что применение методик из данной группы может не привести к желаемому результату.

2. Улучшение визуального качества путём псевдослучайного применения различных алгоритмов обработки изображений. Имеется ввиду, что осуществляется направленный перебор имеющихся методик обработки изображений. Псевдослучайность заключается в том, что авторы используют методики, руководствуясь предыдущим опытом работы. Однако отсутствие четкого критерия качества и изменчивость условий получения изображений (аппаратура и условия съёмки) в совокупности не позволяют руководствоваться одним и тем же алгоритмом в разных условиях.

В технических системах чаще всего улучшение изображений производится с целью упрощения выполнения некоторых дальнейших процедур обработки изображения. Можно утверждать, что имеются признаки формирования упорядоченности алгоритмов обработки изображений.

1. Фильтрация. Опыт показывает, что отдельное применение операции фильтрации позволяет существенно увеличить качество выделения границ

операторами Робертса, Собела, Прюитт. Отметим, что при решении задач, связанных с получением и обработкой градиентных изображений, предпочтительна процедура фильтрации, предваряющая процедуру выделения контуров [3-5].

2. Выделение контуров. Отдельные операторы выделения границ уже включают в свой состав процедуру предварительной фильтрации исходного изображения, что позволяет дополнительно выдвинуть гипотезу о том, что методы обработки изображений имеют некоторую упорядоченность. К таким «составным» операторам можно отнести операторы Кэнни, Ротуэлла, Айверсона.

3. Улучшение границ. В явном виде не найдено ни одного доказательства обязательности применения данной процедуры, однако эмпирическим путём подтверждено, что применение операторов данной группы приводит к более качественным результатам обработки, в случае применения коэффициента корреляции в качестве критерия качества для сопоставления обработанного изображения и эталонного градиентного изображения.

Работа над решением задачи, изложенной в [5], подтверждает необходимость дополнительных этапов 3.1-3.4:

3.1. Закрытие. Представляет собой последовательное применение наращения (дилатации) и эрозии. Приводит к удалению "дыр" в изображении.

3.2. Удаление одиночных пикселей. Пиксели равные 1, все 8 соседей которых равны 0, заменяются на 0.

3.3. Уничтожение диагоналей. Осуществляется добавление необходимого количества единиц во фрагменты объектов, связанных только по диагонали.

3.4. Дилатация. Данная процедура позволяет сгладить различия между составными операторами выделения границ и простыми.

Применение этапов 1-3 необходимо при решении задачи автоматического контроля габаритов изделий на конвейерной ленте [5]. Это обеспечивает достаточно высокий уровень визуального сходства эталонных градиентных изображений и градиентных изображений, полученных в результате автоматической обработки тестовых снимков. При этом в результате автоматической обработки с изображений не исчезают детали, позволяющие однозначно забраковать изделие по причине несоответствия габаритных объектов, но пропадают «ложные» отклики оператора детектора границ на незначительные перепады яркости на сцене.

Библиографический список

1. Munteanu C., Rosa A. Gray-Scale Image Enhancement as an Automatic Process Driven by Evolution // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – 2004. – V. 34. – P. 1292–1298.

2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, исправленное и дополненное - М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.

3. Белоусов А.А., Спицын В.Г. Двухэтапный метод улучшения изображений // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Технологии Microsoft в теории и практике программирования». Секция № 4 «Интеллектуальные системы и технологии». Томск, 17 – 18 марта 2009 г. 2009. С. 123 –125.

4. Терёхин А.В. Система распознавания трехмерных объектов.: Дис. ... канд.техн. наук. Муром., 2014. - 177с.

5. Белов В.В., Лопатин А.К. Алгоритм оценки геометрических параметров изделий, находящихся на конвейерной ленте // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Периодическое научное издание. Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад. 2016. Выпуск № 06(34).

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ПО ДВИЖЕНИЮ

Е.Ю. Холопов

Научный руководитель – Никифоров М. Б.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается актуальная проблема, возникающая при создании интеллектуальных систем обработки изображений, является обнаружение и последующее сопровождение движущихся объектов в автоматическом режиме. Сложность и многогранность данной задачи не позволяют решить ее в рамках одного какого-либо подхода, а требуют создания и моделирования целого комплекса многоэтапных алгоритмов. Например, для того чтобы обнаружить интересующий нас объект необходимо: восстанавливать наблюдаемое изображение, выделять и обнаруживать сам объект, оценивать его параметры, формировать управляющие сигналы и т.д.

Обнаружением называют процесс принятия решения о наличии или отсутствии объекта, или нескольких объектов в текущем изображении. Под видеокomпьютерной системой обнаружения понимается система, состоящая из источника видеосигнала, устройства обработки изображений и устройства приема изображения [1-2].

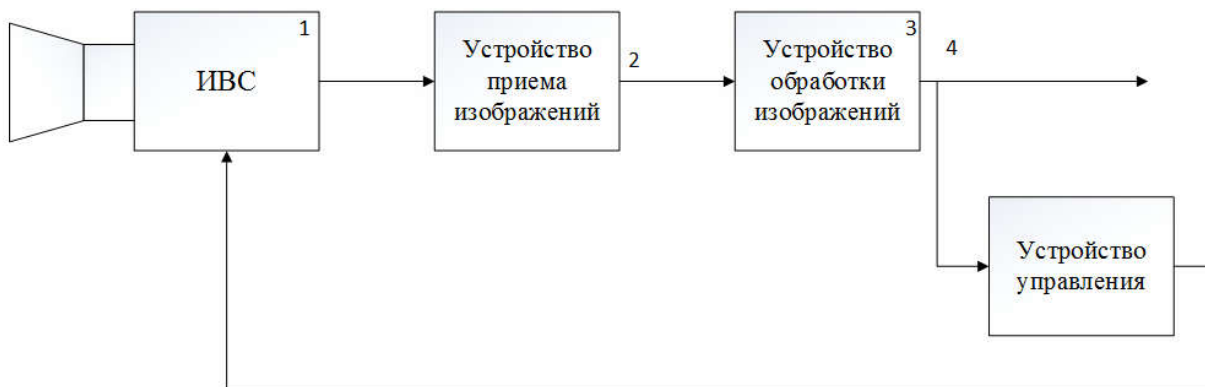


Рис. 1 – Видеокomпьютерная система обнаружения

- 1 – Источник видеосигнала;
- 2 – Изображение, приведенное в необходимый вид;
- 3 – Обработка последовательности кадров в реальном масштабе времени;
- 4 – Координаты обнаруженного на изображении объекта;
- 5 – Сигналы для управления источником видеосигнала.

Основные этапы алгоритма обнаружения движущихся объектов в реальном времени, возникающих в последовательности кадров, включают в себя следующие операции:

1. Определяются опорные точки на изображении.
2. Производится стабилизация фона в каждом последующем кадре.
3. Оценка уровней яркости в каждой точке фона с помощью предварительной межкадровой фильтрации яркостей одноименных точек в последовательности изображений.
4. Параллельно с выполнением второго этапа алгоритма, формируются оценки дисперсии уровней яркости в каждой точке фона.
5. Осуществляется поэлементное сравнение профильтрованного (“эталонного”) изображения фона с вновь поступившем изображением в одноименных точках. В каждой точке, где изменения уровня яркости превысили установленный порог, принимается гипотеза об их принадлежности к объекту. В остальных же точках оценки уровней яркости и дисперсии уровней яркости рекурсивно уточняются. По результатам проведенного сравнения формируется бинарное изображение, где единичное значение соответствует гипотезе о принадлежности данной точки объекту.
6. Производятся выделение и параметризация связных областей бинарного изображения.
7. Происходит дополнительная обработка параметров полученного списка сегментов, которая включает в себя так же и накопление информации о поведении сегмента во времени, что позволяет подавить сегменты бинарного изображения, не удовлетворяющие заданным условиям.
8. Принимается решение об обнаружении объекта в текущем кадре [1-3].

Библиографический список

1. Холопов Е.Ю. Разработка и реализация алгоритма подавления случайных геометрических деформаций в реальном времени на базе ПЛИС: выпускная квалификационная работа магистра. Рязанский государственный радиотехнический университет, Рязань, 2017.
2. Алпатов Б. А. Алгоритм обнаружения и выделения движущегося фрагмента изображения // Техника средств связи. Серия Техника телевидения. – 1991. – №2. – С. 72-76.
3. Алпатов Б.А., Балашов О.Е. Исследование алгоритмов сегментации изображения по фрактальным признакам // Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика. Тез. докл. 4-й международной конференции. – Рязань, 2003. – С. 320–321.

АЛГОРИТМ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

В.А. Чебукин

Научный руководитель – Фельдман А.Б.

к.т.н.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Задача обнаружения воздушных объектов в силу ряда особенностей отличается от других сходных задач компьютерного зрения. Воздушные объ-

екты, как правило, наблюдаются на значительном удалении, поэтому на изображениях имеют достаточно малые размеры, а фон представляет собой ясное или облачное небо. В существенной степени на визуальный контраст объектов интереса влияют погодные условия и оптическая неоднородность атмосферы. Ранее был предложен непараметрический алгоритм выделения изображений воздушных объектов, основанный на процедуре байесовской классификации [1, 2]. Однако, исследования показали, что качество его работы не является удовлетворительным при наблюдении малоразмерных воздушных объектов в силу невозможности построить адекватные гистограммы признаков для классов по малому числу анализируемых пикселей. В связи с этим в данной работе предлагается пространственно-временной алгоритм обработки последовательности изображений, ориентированный на обнаружение малоразмерных воздушных объектов.

В качестве модели наблюдаемого изображения использовалась аппликативная модель [3]:

$$l(i, j, n) = h(i, j, n)r(i, j, n) + g(i, j, n)(1 - r(i, j, n)) + \xi(i, j, n), i = \overline{1, N_x}, j = \overline{1, N_y},$$
 где n – номер кадра, N_x, N_y – ширина и высота кадра, $l(i, j, n)$ – наблюдаемое изображение; $g(i, j, n)$ и $h(i, j, n)$ – неизвестные яркости точек фона и объектов соответственно; $\xi(i, j, n)$ – гауссовский шум с нулевым средним. Функция $r(i, j, n)$ определяет расположение объектов на изображении: объекту соответствуют пиксели $r(i, j, n)$ со значением равным 1, фону – со значением равным 0. Задача обнаружения объектов заключается в нахождении оценки $r(i, j, n)$ по наблюдаемому изображению $l(i, j, n)$. В ходе дальнейшего изложения будем полагать, что фон не изменяется во времени. В случае значительных сдвигов или поворотов фона необходимо предварительно стабилизировать изображение оптическим или электронным способом [4].

Предлагаемый алгоритм состоит из этапов предварительной временной обработки, пространственной фильтрации, пороговой обработки, фильтрации бинарных изображений и параметризации сегментов.

На первом этапе обработки осуществляется фильтрация во времени точек наблюдаемого изображения $l(i, j, n)$. Для этого может, например, использоваться достаточно простой экспоненциальный фильтр [3]. После этого вычисляется функция разности наблюдаемого и отфильтрованного изображений. На этапе пространственной фильтрации осуществляется подавление остаточной помехи. Функция разности обрабатывается линейным фильтром, имеющим маску h_1 размером $q_1 * q_1$. Параллельно с этим функция разности сглаживается фильтром с маской h_2 размера $q_2 * q_2$ причем $q_2 > q_1$.

Применение фильтра с маской h_1 призвано усреднить значение анализируемого пикселя со своими ближайшими соседями, что позволяет более точно оценить яркость объекта и снизить влияние шумов. Результат фильтрации с маской h_2 представляет собой оценку остаточной фоновой составляющей разностного изображения. Два новых изображения, полученные в ходе фильтрации с масками h_1 и h_2 вычитаются по модулю, полученная разница подвергается пороговой обработке. Порог сегментации выбирается адаптивно на основе оценки дисперсии шума и остаточного фона.

Фильтрация полученных в ходе сегментации бинарных изображений осуществляется с помощью методов математической морфологии [5] и по-

зволяет устранить ложно выделенные пиксели и связать сегменты, относящиеся к одному объекту интереса.

Компьютерное моделирование рассмотренного алгоритма показывает, что он способен решать задачу обнаружения малоразмерных воздушных объектов с более эффективно по сравнению с алгоритмом, основанным на процедуре байесовской классификации.

Библиографический список

1. Чебукин В.А. Алгоритм слежения за объектами в последовательности изображений на основе процедуры байесовской классификации // Сб. трудов XXI-й всероссийской научно-технической конференции «Новые информационные технологии в научных исследованиях», – Рязань, 2017 – С. 239-241

2. Чебукин В.А. Алгоритм выделения и прослеживания объектов на основе процедуры статистической сегментации // Материалы III-й научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань: РГРТУ, 2017. – С. 14-15

3. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.: ил.

4. Алпатов Б.А., Бабаян П.В. Разработка алгоритма слежения за фоновым изображением для видеокомпьютерной системы обнаружения и определения координат движущихся объектов // Проблемы математического моделирования и обработки информации в научных исследованиях: Сборник научных трудов / Рязань: РГРТА, 2003. – С. 3-15.

5. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.

Секция 8
Геоинформационные технологии

**РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА
УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ КОМПЛЕКСОМ ГОРОДА**

О.К. Головнин

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Систему управления транспортным комплексом города, имеющую в арсенале управления геоинформационную подсистему, резонно строить не по иерархическому, а по сетевому принципу [1,2]. Согласно этому принципу, управление, а также каждый объект, явление или процесс транспортного комплекса, статический или динамический, объединены в единое информационное пространство сферы управления, через которое происходит обмен информацией, объекты классов получают все необходимые сведения об имманентных свойствах и текущих параметрах объектов своего и чужих классов, что повышает эффективность управления, как отдельным объектом, группой объектов, так и всем транспортным комплексом в целом [3,4].

Выполнение перечисленных положений требует интеграции разнородных данных о транспортном комплексе в единой операционной среде. В качестве такой среды для синтезируемой системы управления транспортным комплексом города выступила интеллектуальная транспортная геоинформационная платформа ITSGIS, предоставляющая статические и динамические данные об объектах транспортного комплекса и реализующая методы их сбора, хранения, обработки и интеллектуального анализа [5]. Территориальная удаленность пользователей системы, заинтересованность в разных функциональных составляющих, использование собственных хранилищ данных определяют распределенную архитектуру системы.

Синтезируемая система управления транспортным комплексом представляет собой многоуровневую сеть взаимодействующих друг с другом подсистем, обеспечивающих различные направления функционирования системы. Структурные элементы системы организуются в отдельные уровни с взаимосвязанными функциями следующим образом: на нижнем уровне располагаются службы общего назначения, на более высоких – службы, обеспечивающие бизнес-логику и представление пользователю. Уровень представления охватывает средства обеспечения взаимодействия пользователя с системой. К функциям верхнего уровня представления относится отображение информации и интерпретация вводимых пользователем команд, которые преобразуются для выполнения операций с привлечением бизнес-логики. Источник данных представляет сервисы, обеспечивающие взаимодействие со сторонними системами, например, с целью получения данных.

При синтезе системы управления транспортным комплексом города учитывается территориальная распределенность источников и баз данных: данные, которые система использует в процессе функционирования, могут храниться не только в базах данных самой системы, но и в базах данных обслуживающих транспортную инфраструктуру организаций. Описанная

многоуровневая распределенная архитектура является основной концепцией создания системы управления транспортным комплексом, т.к. при такой структуре любая организация может интегрироваться в синтезируемую систему со своей существующей базой данных или транспортной (дорожной) геоинформационной системой, содержащей сведения об объектах, процессах и явлениях транспортной инфраструктуры.

Преимущества многоуровневой архитектуры в задаче управления транспортным комплексом заключаются в надежности системы, гибкости настройки и модификации без изменения функционирования всей системы в целом, свободе выбора программного обеспечения для реализации системы, подсистем, модулей. Децентрализованный подход к синтезу системы позволяет адаптироваться к специфическим требованиям при управлении транспортным комплексом, когда для решения возникающих задач требуется формировать различные конфигурации подсистем и обеспечивать их взаимодействия. Эти взаимодействия могут быть сложными, использующими транзакции на нескольких ресурсах и управление несколькими ответами на действие.

При децентрализованной организации разработанной геоинформационной системы управления транспортным комплексом города, распределенные по большой территории объекты транспортной инфраструктуры могут постоянно получать новые данные о целях и действиях других объектов и процессов, прямо или косвенно влияющих друг на друга, а центр управления имеет реальную картину функционирования всего транспортного комплекса в целом и информацию о состоянии наполняющих ее объектов. В плане оперативного управления географически распределенными объектами построенная сетевая система основана на современных информационных сетевых технологиях, хорошо защищенных устойчивых каналах связи с высокой пропускной способностью, обеспечивающих мониторинг объектов и процессов, интеграцию различных по семантике зон управления и целеполагания в высокоадаптивную, глобальную систему управления транспортным комплексом города.

Библиографический список

1. Бурков С.М., Маркелов Г.Я., Пугачев И.Н. Задачи системного анализа и методология формирования интеллектуальной системы управления транспортным комплексом города // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2013. – № 4(31). – С. 83-90.
2. Головнин О.К. Система зонального управления транспортными процессами // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы конференции. – Рязань: РГРТУ, 2016. – С. 270-272.
3. Ефремов А.Ю., Максимов Д.Ю. Сетевая система управления – что вкладывается в это понятие? // Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения: труды конференции. – М.: ИПУ РАН, 2012. – С. 158-161.
4. Бородакий В.Ю. Разработка модели и метода решения задачи размещения центров обработки данных в сетевой системе // Вестник РУДН. Серия: Математика. Информатика. Физика. – 2009. – №3. – С. 25-33.

5. Михеева Т.И., Головнин О.К., Федосеев А.А. Интеллектуальная геоинформационная платформа исследования транспортных процессов // Информационные технологии и нанотехнологии: сборник трудов конференции. – Самара: Новая техника, 2017. – С. 753-761.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОБИЛЬНОСТИ ТУРИСТОВ

Н.Н. Кутовой

Научный руководитель – Головнин О.К.

к.т.н., доц.

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

За последние десять лет туризм стал практически полностью автоматизированным. Различные системы, связанные с построением и визуализацией туристических маршрутов, помогают туристам избежать множества проблем. Например, во время путешествия у туриста могут возникнуть сложности с выбором интересных мест, которые хочется посмотреть в условиях ограниченного запаса времени в поездке. В таком случае удобно было бы предоставить туристу систему построения маршрута в виде виртуального тура и визуализации его на карте, предоставить поиск интересных маршрутов, обеспечить просмотр фотографий и видеофрагментов, содержащих важную информацию об интересных объектах. На основании этих данных турист мог сам решить, какие места ему хотелось бы посетить [1].

Для автоматизации обеспечения информационной мобильности туристов разработана система построения и визуализации виртуальных туристических геовидеомаршрутов.

Функции разработанной системы включают [2]:

- построение маршрута и его визуализация на электронной карте;
- поиск и выбор маршрутов;
- предоставление возможности просмотра фотографий и видеофрагментов, содержащих важную информацию об объектах выбранного маршрута.

В процессе создания автоматизированной системы проведена декомпозиция предметной области. Геовидеомаршрут представляет собой видеозапись, привязанную к электронной карте по координатам. Выделены основные сущности, составляющие виртуальный туристический геовидеомаршрут: маршрут, видеозапись, фотографии, текстовая информация, точки интересных мест. В системе загружен GPS-трек, содержащий набор координат, с помощью которых прокладывается маршрут на электронной карте. К нему привязываются видеозаписи и точки интересных туристических мест с подробным описанием.

В плане удобства взаимодействия разработанной системы с пользователем выбрана архитектура, содержащая три основные функциональные части: базу данных, подключаемую электронную карту и клиентское приложение [3]. Права доступа пользователя системы определяют доступный функционал. Система используется в двух режимах.

В режиме «Турист» пользователь имеет возможность выполнять следующие функции:

- поиск геовидеомаршрутов по выбранным критериям;

- выбор геовидеомаршрутов из списка;
- просмотр точек интересных мест, видеозаписей, фотографий, текстовой информации, привязанных к геовидеомаршруту.

В режиме «Менеджер», кроме функций, предоставленных туристу, присутствуют дополнительные функции администрирования:

- редактирование геовидеомаршрутов;
- загрузка GPS-треков;
- загрузка видео и фотографий;
- задание точек интересных мест на маршруте;
- добавление текстовой информации.

Для создания качественной информационной системы построена логическая ER-модель данных. В модели выявлены сущности: геовидеомаршрут, видеозапись, изображение, GPS-трек, точка интересного места POI. Геовидеомаршрут может содержать несколько видеозаписей и изображений, а также может включать некоторое количество точек POI, которые задаются на карте с помощью координат. При разработке автоматизированной системы использовался модуль формирования видеопанорам WayMark. Модуль позволяет выполнять автоматизированную обработку загруженных видеофайлов при помощи специализированных методов [4,5].

Система разработана с использованием следующих средств: Visual Studio 2015, система управления базами данных SQLite, средство объектно-реляционного отображения NHibernate и система контроля версий исходного кода Mercurial. Изначально система создана как настольное приложение для Windows, в дальнейшем планируется адаптировать систему под мобильные устройства и планшеты.

Таким образом, разработана автоматизированная система информационной мобильности туристов, которая обеспечивает поиск и выбор загруженных геовидеомаршрутов в системе, просмотр на электронной карте маршрутов и точек интересных мест, видеофайлов, изображений и текстовой информации. Визуальная часть системы помогает туристу определиться с выбором мест, которые он хотел бы посетить.

Библиографический список

1. Головнин О.К., Кутовой Н.Н. Автоматизированная система информационной поддержки планирования туристического маршрута // V Всерос. конф. «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений»: сборник трудов. – Т. 1. – Уфа: УГАТУ, 2017. – С. 123-126.
2. Головнин О.К., Кутовой Н.Н. Автоматизированная система построения и визуализации виртуальных туристических геовидеомаршрутов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Междунар. науч.-технич. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2017. – С. 625-627.
3. Информационные системы: учебник для вузов / Избачков Ю.С., Петров В.Н., Васильев А. А., Телина И.С. – СПб.: Питер, 2011. – 544 с.
4. Szeliski R., Shum H. Y. Creating full view panoramic image mosaics and environment maps // Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques. – ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 1997. – С. 251-258.

5. Vasant P. SURF Algorithm-Based Panoramic Image Mosaic Application // Advances in Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, August, 12-15, 2017, Japan. – Springer, 2017. – Т. 1. – С. 349.

АЛГОРИТМЫ ПОИСКА ОДНОИМЕННЫХ ТОЧЕК НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

В.В. Гусев

Научный руководитель – Светелкин П.Н.

к.т.н., ст. науч. сотруд. НИИ «Фотон» РГРТУ

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются алгоритмы нахождения одноименных точек на изображениях, которые помогают решить ряд проблемных вопросов, связанных с совмещением нескольких изображений.

Существуют различные методы отождествления одноименных точек на паре цифровых изображений, которые можно разделить на две группы:

1. Методы, основанные на анализе значений пикселей изображения в пределах некоторой области (площадные методы).

2. Методы, основанные на выделении характерных элементов изображения.

Смысл площадных методов сводится к сравнению пикселей двух изображений вокруг определяемой точки. Чаще всего используют корреляционные методы.

В случае с классическим корреляционным алгоритмом необходимо вычислить взаимную корреляционную функцию [1]. В случае разностных алгоритмов используются критериальные разностные функции, в которых необходимо отыскать глобальный минимум соответствующий лучшему совпадению точек. Стоит отметить, что разностные алгоритмы позволяют значительно уменьшить объем требуемых вычислений.

Сущность методов, основанных на выделении характерных элементов изображения состоит в следующем: сначала выделяются характерные элементы изображений, а затем они отождествляются. Характерными элементами изображения могут быть точки, линии, полигоны, и т. д. Для выделения этих элементов применяются различные операторы и алгоритмы. Например, для точек существуют операторы Moravic, Harris, Forstner, и FAST [2, 3].

В докладе приводятся сравнение алгоритмов и примеры их работы на реальных спутниковых снимках.

Библиографический список

1. Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, О.Е. Балашов, А.И. Степашкин. «Обработка изображений и управление в системах автоматического сопровождения объектов: учебное пособие» - Рязань, РГРТУ, 2011, 236.

2. Детектор SCD (Structure-based corner detector). Fei Shen, Han Wang. Real Time Gray Level Corner Detector. 2000.

3. Улучшенный детектор, основанный на детекторах Harris-Stephen и Shi-Tomasi. Lidia Forlenza, Patrick Carton, Domenico Accardo, Giancarmine

Fasano and Antonio Moccia. Real Time Corner Detection for Miniaturized Electro-Optical Sensors Onboard Small Unmanned Aerial Systems. 2012.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ ЦЕЛЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

Д.В. Борисов, Е.П. Козлов, А.М. Кочергин
Научный руководитель - Кузнецов А.Е
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из важных составных частей космической системы (КС) является наземный комплекс планирования использования ресурсов космического аппарата (КА), в котором при помощи автоматизированных программных инструментов задаются целевые участки земной поверхности, подлежащие съемке в определенные промежутки времени.

В рамках работ по созданию автоматизированного наземного комплекса планирования КА радиолокационного оперативного всепогодного кругло-суточного наблюдения Земли «Обзор-Р» создается система отображения данных целевого планирования на картографической основе.

Разрабатываемая система должна предоставлять быстрые, удобные и эффективные интерфейсы и сервисные функции для отображения данных целевого планирования на картографической основе и передачи команд оператора в систему планирования. Данный программный комплекс состоит из трех модулей:

1. Модуль пользовательского интерфейса, обеспечивающий взаимодействие оператора с картографической основой, отображение и управление отображением карты, навигацию, поиск и выделение объектов на карте, использование различных картографических проекций, чтение, сохранение и печать отображаемых данных.

2. Модуль взаимодействия с системой планирования использования ресурсов КС, предназначенный для обеспечения взаимодействия модуля пользовательского интерфейса с системой планирования в части передачи команд оператора и получения результатов их обработки, получение запросов на вызов сервисных функций и передачу результатов их выполнения.

3. Модуль измерительных и сервисных функции. В нем реализованы процедуры определения и отображение высоты рельефа местности по заданным геодезическим координатам на картографической основе, измерение расстояния и определение площади объектов и теоретико-множественные операции над объектами.

Выполненное сравнение существующих электронных карт и анализ современных средств разработки ГИС-приложений показали, что оптимальным вариантом для решения поставленной задачи будет использование общегеографической карты мира ADC WorldMap и комплекта разработчика программного обеспечения ГИС MapInfo MapXtreme.

В докладе рассматривается общая структура создаваемой системы отображения, интерфейс взаимодействия с системой планирования, а также алгоритмическая и программная реализация отдельных функций.

РАДИОМЕТРИЧЕСКАЯ КАЛИБРОВКА СПУТНИКОВЫХ ВИДЕОДАНЫХ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В РЕЖИМЕ «СКОЛЬЖЕНИЯ»

В.А. Зенин

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В практике дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) широко применяются светочувствительные элементы на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС). Из-за технологических особенностей ПЗС-элементы отличаются по чувствительности. Относительная радиометрическая калибровка проводится с целью компенсации неоднородности чувствительности ПЗС-элементов по полю зрения датчика. Традиционно такая процедура выполняется на этапе лабораторных испытаний, но в процессе эксплуатации характеристики ПЗС-элементов могут изменяться, что приводит к необходимости уточнения параметров в полете. Получение эталонного изображения, однородного по всему полю зрения аппаратуры, является сложной технической задачей.

В докладе рассматривается технология полетной относительной радиометрической калибровки, в основе которой лежит съемка опорных маршрутов в режиме «скольжения». Этот режим предполагает разворот ПЗС-линейки видеодатчика вдоль направления полета космического аппарата. При этом на вход каждого i -го ($i = \overline{1, N}$) фоточувствительного элемента приходит одинаковый сигнал $\omega_i(t)$ от поверхности Земли, который регистрируется в виде отсчетов яркости $b_i(t)$ со сдвигом по времени τ_i , определяемым его положением в линейке:

$$b_1(t + \tau_1) = b_2(t + \tau_2) = b_3(t + \tau_3) = \dots = b_N(t + \tau_N). \quad (1)$$

После выполнения прецизионного совмещения сигналов от всех ПЗС-элементов, создается изображение, каждая строка которого соответствует одному и тому же объекту на поверхности Земли. Таким образом, анализ неоднородности яркости вдоль строки изображения, позволяет оценить разброс передаточных характеристик ПЗС-элементов и вычислить корректирующие коэффициенты k_i .

Также необходимо оценить уровень темновых токов Δ_i для каждого ПЗС-элемента. Данная задача решается традиционно путем получения изображения с закрытым объективом и нахождения среднего сигнала от каждого ПЗС-элемента. Коррекция изображения выполняется по формуле:

$$d_i(t) = (b_i(t) - \Delta_i) \cdot k_i + \Delta_i. \quad (2)$$

Рассмотренная технология позволяет сократить необходимое для калибровки количество опорных маршрутов, повысить автоматизацию процесса и улучшить точность по сравнению с технологией калибровки на основе съемки однородных участков земной поверхности. В настоящее время новая технология успешно внедряется в обработку данных от космических аппаратов серии «Ресурс-П».

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СОВМЕЩЕНИЯ. НЕЙРОСЕТЕВОЙ АЛГОРИТМ СОВМЕЩЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ И ЦИФРОВЫХ КАРТ МЕСТНОСТИ, ОСНОВАННЫЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ЛЕ-КУНА

В.В. Кузнецов

Научный руководитель – Корячко В. П.,
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Ключевые слова: спутниковый снимок, цифровая карта местности, совмещение изображений, искусственный интеллект, сверточная нейронная сеть Ле-Куна, многомерная самоорганизующаяся нейронная карта Кохонена.

Постановка задачи. Пусть имеется многоспектральный спутниковый снимок B , который необходимо совместить с цифровой (векторной) картой местности (ЦКМ) M .

Спутниковый снимок B и ЦКМ M располагают привязкой к некоторой системе координат, что позволяет говорить о том, что спутниковый снимок B и ЦКМ M уже совмещены, но это совмещение, как правило, нуждается в уточнении.

Теоретическая часть. Одним из методов решения задачи совмещения, является метод, основанный на использовании искусственных нейронных сетей (ИНС).

Данный метод обладает следующими достоинствами:

- высокая точность результата, обусловленная способностью ИНС к обобщению, запоминанию и восстановлению информации;
- возможность распараллеливания вычислений, выполняемых в процессе обучения и ИНС;
- возможность реализации ИНС на специализированном аппаратном обеспечении.

Существуют несколько подходов к решению задачи совмещения с использованием ИНС, одним из которых является подход, основанный на поиске объектов, присутствующих на ЦКМ, на спутниковом снимке.

Алгоритм, реализующий данный подход, состоит из следующих этапов:

- выделение на спутниковом снимке характерных образов (1);
- классификация характерных образов (2);
- результирующее преобразование спутникового снимка (3).

$$T = \text{separation}(B); \quad (1)$$

$$C = \text{classification}(T, \text{desc}); \quad (2)$$

$$B' = \text{transform}(B, C, M); \quad (3)$$

В (1) функция *separation* используется для выделения образов t на спутниковом снимке B . Образы t формируют множество выделенных образов T . В качестве функции *separation* может быть использована многомерная самоорганизующаяся нейронная карта Кохонена.

На вход алгоритма классификации (функция *classification* в (2)) подаются множество T и функция *desc*, рассчитывающая вектора признаков образов t . Функция *classification* формирует множество классов $C = \{c\}$, каждый из

которых является подмножеством T . Классы не пересекаются друг с другом. В качестве функции classification могут быть использованы ИНС, обучаемые с учителем Наилучшим выбором для решения задачи классификации образов, по результатам экспериментальных исследований, оказалась сверточная нейронная сеть Ле-Куна [1], которая позволяет выполнять нелинейную классификацию образов, что обуславливает достаточно высокую точность классификации. В качестве функции desc предлагается использовать текстурные признаки Харалика, поскольку они реализуют компактное, но вместе с тем достаточно информативное, описание текстуры классифицируемого образа [2].

Функция transform (3) выполняет результирующее преобразование спутникового снимка B . В качестве функции transform может быть использован двухэтапный алгоритм, на первом этапе которого выполняется поиск соответствий между образами из классов S и объектами на ЦКМ M с использованием информации о классах образов и их положении на спутниковом снимке, а на втором этапе - выполняется расчет матрицы гомографии и соответствующее преобразование спутникового снимка B .

Эксперимент. В качестве тестовых данных для проведения эксперимента были взяты спутниковые снимки ряда районов Рязанской области, сделанные КА Landsat 5, и ЦКМ, составленная в рамках проекта OpenStreetMaps. Исходная привязка спутниковых снимков подвергалась искусственному искажению (смещению).

В ходе эксперимента предложенный алгоритм продемонстрировал высокую временную эффективность (среднее время работы — 1,2 секунды на фрагмент снимка размером 500x500 пикселей) и низкий уровень ошибок (в среднем не более 60 метров (2 пикселя)).

Выводы. Предложенный алгоритм совмещения спутниковых снимков и ЦКМ продемонстрировал высокую вычислительную эффективность и точность совмещения, достаточную для применения алгоритма на практике.

Библиографический список

1. M.A. Ranzato, Y.L. Boureau, Y. LeCun Y. Sparse feature learning for deep belief networks. // Advances in Neural Information Processing Systems 20. - 2007.
2. Акинин М.В., Логинов А.А., Никифоров М.Б. Способы описания текстур в задачах построения топографических карт. // Материалы XI Международной научно-технической конференции «АВИА — 2013» (том 4). - Украина, Киев: НАУ. - 2013. - с. 27.36 – 27.40.

КОРРЕКЦИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПОМЕХ НА ТЕПЛОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ В СИСТЕМАХ ДЗЗ

Н.А. Егошкин, А.Э. Москвитин
Научный руководитель – Еремеев В.В.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для дистанционного зондирования земли все чаще применяют датчики, чувствительные в тепловом инфракрасном диапазоне. Соответствующие многозональные сканирующие устройства (МСУ) производства ОАО РКС ус-

тановлены на спутниках «Электро-Л» №1 и №2 и «Канопус-В-ИК». Данные устройства являются достаточно сложными, а работа в тепловом диапазоне делает их чувствительными к разного рода нестабильностям, дрейфам, помехам. Для коррекции этих искажений приходится разрабатывать специальные алгоритмы [1], однако эти алгоритмы как правило применимы только для конкретной космической системы. Для запущенного в 2017 году спутника «Канопус-В-ИК» возникла новая задача коррекции низкочастотной периодической помехи на тепловых изображениях «Канопус-В-ИК».

В докладе рассматривается проблема коррекции периодических помех на изображениях в условиях зависимости амплитуды помехи от координат. Анализируются подходы к оцениванию частоты и профиля амплитуды помехи с «субпиксельным» разрешением, основанные на спектральных преобразованиях. Показано, что данные алгоритмы вычислительно эффективны, но сильно чувствительны к наличию на изображениях сюжетной составляющей, что значительно ограничивает их практическое применение.

Рассматривается связь проблемы спектрального оценивания с задачей минимизации некоторой среднеквадратической нормы. Предложен подход к снижению влияния сюжетной составляющей на основе введения весовой нормы с весами, зависящими от меры однородности сюжета.

Проводятся результаты практической апробации предложенных подходов на множестве реальных тепловых изображений со спутника «Канопус-В-ИК».

Библиографический список

1. Андреев Р. В., Гектин Ю.М., Зайцев А.А., Смелянский М. Б. Специальные алгоритмы радиометрической коррекции изображений ДЗЗ в ИК-диапазоне // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы, 2016. № 3, выпуск 4. С. 32-40.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДВУХМЕРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ФУРЬЕ И РАДОНА ПРИ ОБРАБОТКЕ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Н.А. Егошкин, В.А. Ушенкин
Научный руководитель – Еремеев В.В.,
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Преобразования Фурье и Радона часто используются при обработке изображений от спутниковых систем наблюдения земли. Сверхвысокие объемы изображений делают актуальной задачей вычислительную оптимизацию соответствующих алгоритмов.

При синтезе быстрых алгоритмов обычно оптимизируется количество умножений комплексных чисел [1]. В докладе показано, что для сохранения требуемой вычислительной точности при двухмерных преобразованиях вычисления необходимо выполнять над числами с двойной точностью (double). Показано, что при этом для современных процессоров зачастую быстрое действие алгоритмов лимитируется доступом к памяти, а не количеством умножений.

Предложены модификации быстрых преобразований Радона и Фурье, в которых доступ к памяти организован более оптимально с точки зрения эффективности использования кэш-памяти процессора. Представлены результаты анализа зависимости ускорения от размеров изображений. Предложена методика выбора порядка вычислений, оптимального для заданных размеров. Исследован подход с предварительным вычислением и сохранением в памяти значений экспонент для многопоточного исполнения кода.

Апробированы реализации новых алгоритмов на языке «С» для 64-битных процессоров Intel. Представлен сравнительный анализ ускорения алгоритмов Радона и Фурье на основе использования SIMD расширений процессора (SSE и AVX).

Библиографический список

1. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1989. 448 с.

Пороговый алгоритм фильтрации неинформативных участков спутниковой информации

А.М. Кочергин, А.А. Макаренков, А.С. Рыжиков
 Научный руководитель - Кузнецов А.Е.
 д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Современные тенденции развития отрасли дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) направлены на повышение качества выходных продуктов и оперативности их предоставления. Это повышает нагрузку на программно-аппаратные комплексы, выполняющие обработку принятой со спутников информации. Для соответствия новым высоким требованиям производительности необходимо увеличивать степень автоматизации процесса обработки данных ДЗЗ.

При формировании стандартной выходной продукции по уровню 1 выполняется ряд автоматических процедур (таких как: уточнение геодезической привязки по опорному покрытию, получение цветного изображения путем геометрического совмещения спектрональных снимков с использованием триангуляционной модели и др.), опирающихся на сюжетную составляющую обрабатываемых изображений. Поскольку вычислительная емкость таких процедур достаточно велика, то исключение из рассмотрения неинформативных участков изображений приведет к значительному увеличению их производительности. В рамках упомянутых задач неинформативными являются однородные участки подстилающей поверхности (такие как песок, лед и т.д.), а также области, покрытые снегом или облачностью. Таким образом, возникает необходимость в разработке высокоскоростной процедуры формирования маски неинформативных участков изображений.

Проведенный анализ указанных объектов показал, что они все обладают высоким коэффициентом отражения солнечного света и, как следствие, соответствующие им пиксели изображений будут иметь большие коды яркости по сравнению с информативными объектами. Эту особенность можно

использовать для быстрой пороговой фильтрации, однако определение значения порога в виде фиксированного кода яркости не представляется возможным в силу того, что при разных условиях и параметрах съемки значения яркости пикселей, относящихся к одним и тем же объектам, варьируются. В связи с этим необходимо перейти от значений яркости пикселей к величинам, в меньшей степени, чем коды аналого-цифрового преобразователя съемочного прибора (АЦП), зависящим от дополнительных условий. Таким требованиям удовлетворяет энергетическая яркость отраженного излучения, которая зависит от коэффициента отражения излучения материалом на определенной длине волны.

Формула расчета энергетической яркости излучения, отраженного от объекта съемки с учетом угла визирования и высоты Солнца, имеет вид:

$$B^* = \frac{\tilde{B} \cdot \pi}{\cos(\theta + \varphi)},$$

где \tilde{B} – энергетическая яркость, θ – угол между нормалью к поверхности и направлением на Солнце, φ – угол съемки. Энергетическая яркость может быть вычислена на основе кодов АЦП, полученных со съемочного устройства. Обычно она либо задается таблично, либо имеет линейную зависимость вида: $\tilde{B} = B \cdot \alpha + \beta$, где B – коды АЦП съемочного прибора, α и β – коэффициенты, определяемые разработчиком съемочной аппаратуры на этапе калибровки прибора.

Использование значений энергетической яркости B^* позволяет определить для каждого съемочного устройства величину порога и использовать быстрый алгоритм пороговой фильтрации для сегментации неинформативных участков изображений.

В докладе рассматривается реализация данного алгоритма по отношению к данным, полученным с космических аппаратов "Ресурс-П" №1,2,3, а также представлены его точностные и скоростные характеристики.

ПРОСТРАНСТВЕННО-СПЕКТРАЛЬНОЕ СОВМЕЩЕНИЕ ВИДЕОДАННЫХ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ КС «РЕСУРС-П»

Н.А. Егошкин, А.А. Макаренков
Научный руководитель – Еремеев В.В.,
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В силу технологических особенностей гиперспектральная съемочная аппаратура обычно строится на базе нескольких оптико-электронных систем, включающих оптический тракт и ПЗС-матрицу. В результате такая аппаратура формирует несколько гиперспектральных снимков на один и тот же участок поверхности Земли, но в различных спектральных диапазонах. При этом снимки имеют область «спектрального перекрытия», т.е. спектральные каналы, снятые в практически одинаковых спектральных диапазонах. Для дальнейшего эффективного применения гиперспектральные данные должны быть представлены в виде единого многоканального изображения – гиперкуба – как если бы оно было получено одной оптико-электронной системой.

Решение этой задачи предполагает выполнение двух процедур:

1. Выравнивание пространственных характеристик изображений;
2. Спектральное совмещение исходных изображений.

Первая процедура включает геометрическое совмещение данных и выравнивание их функций рассеяния точки, вторая – совмещение данных в области спектрального перекрытия. Геометрическое совмещение данных выполняется на основе модели съемки [1]. Выравнивание функции рассеяния точки достигается путем на линейной фильтрации данных, с оценкой фильтра на основе сопоставления изображений в зоне «спектрального перекрытия» [2]. Спектральное совмещение данных заключается в устранении рассогласований энергетической яркости в зоне «спектрального перекрытия».

В докладе изложены подходы решения поставленной задачи. Результаты демонстрируются на натурной информации от гиперспектральной съемочной аппаратуры КС «Ресурс-П».

Библиографический список

1. Кузнецов А.Е., Пресняков О.А., Светелкин П.Н. Модели координатного соответствия спектрональных снимков сверхвысокого разрешения // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета, №2 (выпуск 28). Рязань: РГРТУ, 2009. С. 12–17.
2. Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Макаренков А.А., Москвитин А.Э. Комплексование гиперспектральных снимков Земли, полученных в различных спектральных диапазонах // Цифровая обработка сигналов. 2015. № 3. С. 3-6.

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ КОДИРОВАНИЯ И СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Н.А. Райков

Научный руководитель - Кузнецов А.Е.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одним из требований, предъявляемых к спутниковым системам дистанционного зондирования Земли, является оперативность доведения по каналам связи изображения земной поверхности до потребителей. Выполнение этого требования связано с решением двух задач. Первая, это быстрое сжатие изображения для сокращения объемов информации, передаваемой по линиям связи. Вторая задача связана с кодированием сжатого изображения, для исключения возможности его несанкционированного использования.

Для решения первой задачи предлагается использовать видеокарту, привлечение которой позволяет достичь высокой скорости сжатия изображения по алгоритму JPEG2000.

JPEG2000 обладает рядом отличий в сравнении с классическим JPEG:

1. Дискретное косинусное преобразование JPEG заменено на дискретное вейвлет преобразование;

2. Сжатие массива данных выполняется методом арифметического кодирования вместо кодирования Хаффмана; арифметическое кодирование реализуется методом MQ-кодера.

С использованием JPEG2000 удается получать изображения более высокого качества, чем JPEG, при одинаковых степенях сжатия.

Современные видеокарты обладают тысячами ядер с частотой 1.0 — 1.7 ГГц. Для использования видеокарты в вычислениях общего назначения фирмой NVIDIA разработана архитектура CUDA (англ. Compute Unified Device Architecture — вычислительная архитектура унифицированных устройств). SIMD-инструкции CUDA выполняются одновременно над множеством данных на разных ядрах.

По результатам экспериментов выявлено, что вейвлет преобразование и арифметическое кодирование целесообразно разбивать на блоки, которые обрабатываются параллельно и с использованием быстродействующей разделяемой памяти. За счет преобладания арифметических операций над условными переходами и высокой локальности используемых данных, видеокарта позволяет выполнять эти вычисления с более высокой скоростью, чем процессор общего назначения.

В докладе рассмотрены основные этапы кодирования по алгоритму JPEG2000. Указан способ привлечения вычислительных ресурсов графического сопроцессора для ускорения процесса кодирования. Приведены результаты апробации реализованного модуля на натуральных снимках от КА «Ресурс-П».

Дальнейшие исследования планируется посвятить вопросу быстрого кодирования сжатого изображения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОРА ПРИ ОТОЖДЕСТВЛЕНИИ НА СНИМКАХ ОДНОИМЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

А.С. Рыжиков

Научный руководитель - Кузнецов А.Е.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Базовым элементом технологии наземной обработки изображений от спутниковых систем высокого пространственного разрешения является контроль геодезической привязки маршрутов съемки. Эта операция выполняется путем распознавания на анализируемом и опорном изображениях одноименных объектов и измерения их координат.

Поскольку маршрут съемки представляет собой массив данных сверхбольшого объема (десятки и сотни гигабайт), то предъявляются высокие требования по скорости выполнения операции отождествления на снимках одноименных объектов. Современный графический процессор (GPU) строится на основе масштабируемого массива потоковых мультипроцессоров и имеет тысячи упрощенных и энергоэффективных ядер, оптимизированных для массивно-параллельной обработки данных, в т.ч. для обработки изображений. С учетом этих особенностей целесообразно реализовать алгоритм поиска одноименных точек с привлечением мощностей GPU.

Скорость доступа к данным в памяти GPU превосходит или соответствует скорости доступа к ОП, а чтение/запись разделяемой памяти (Shared Mem)

на несколько порядков быстрее. Выполнение расчётов на GPU эффективно, когда одну и ту же последовательность математических операций применяют к большому объёму данных. При этом лучшие результаты достигаются, если отношение числа арифметических инструкций к числу обращений к памяти достаточно велико. Это предъявляет меньшие требования к управлению исполнением, вырожденному в GPU, а высокая плотность арифметических инструкций и большой объём входных данных уменьшает ценность больших кэшей, присутствующих в CPU.

В докладе указано, что корреляционно-экстремальный (КЭ) алгоритм поиска одноименных точек не обладает предпосылками к параллельной реализации. Приведены результаты экспериментов, подтверждающие низкую эффективность КЭ алгоритма, реализованного на GPU. Рассмотрены этапы алгоритма поиска одноименных точек на основе SURF-дескрипторов. Теоретически обоснована возможность его параллельной реализации, позволяющей задействовать все доступные вычислительные ресурсы GPU. Показано, что основным преимуществом алгоритма SURF является высокая локальность данных в разделяемой памяти, что позволяет избегать конфликтов по данным и свести к минимуму зависимость между параллельными потоками выполнения.

Из результатов экспериментов следует, что алгоритм, основанный на дескрипторах SURF, может быть эффективно распараллелен на современной вычислительной технике. Его массивно-параллельная реализация как на многоядерном центральном процессоре, так и с привлечением ресурсов видеокарты, позволяет обеспечить формирование массивов координат одноименных точек со скоростью, на два порядка превышающей скорость корреляционно-экстремального поиска, так же реализованного параллельно.

АЛГОРИТМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДЫ НА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ

М.А. Савкин

Научный руководитель – Светелкин П.Н.

к.т.н., ст. науч. сотруд. НИИ «Фотон» РГРТУ

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе приводится обзор некоторых существующих подходов к выделению воды на космических снимках. Необходимость корректно определять положение и границы водных объектов на снимках, полученных со спутников, объясняется наличием множества задач, для решения которых эта информация является первостепенной, например, таких, как задача мониторинга водных ресурсов некоторых территорий, оценка паводковой обстановки, поиск судов и др.

Рассмотрены подходы выделения воды на основе индексов, подходы на основе методов классификации с обучением, а также подход, основанный на использовании заранее созданной цифровой модели рельефа.

Первый подход основан на использовании так называемых индексов, вычисляемых по двум или нескольким частям спектра (по нескольким каналам) для каждого пикселя изображения. Те пиксели, для которых значение индекса больше определенного порога, относят к водным объектам. Известны следующие индексы [1]:

- Normalized difference water index (NDWI). Использование этого индекса основывается на том, что вода имеет более сильное поглощение в ближней инфракрасной части спектра, тогда как растительность имеет в этой части спектра более сильное отражение. Этот индекс хорошо работает, если водные области и растительность хорошо разделены, но показывает плохие результаты для загрязненной воды и для застроенных районов. Еще один недостаток – к водным объектам возможно отнесение теней от облаков;

- Modified normalized difference water index (MNDWI). Этот индекс принципиально схож с NDWI, но работает более эффективно для загрязненной воды и городских районов;

- Water ratio index (WRI). Основан на том факте, что вода сильнее всего отражает электромагнитное излучение в зеленой и красной частях спектра, в то время как поглощает сильнее всего в ближней и средней инфракрасной.

Второй подход к выделению воды основан на методах классификации с обучением. В задаче выделения водных объектов можно выделить либо два класса (вода и класс, представляющий любые другие, не водные, объекты), либо больше (если требуется отнести к разным классам разные объекты гидрографии, например, реки и океаны) [2]:

- классификация по ближайшему среднему: пиксель относится к тому классу, евклидово расстояние до центра которого в пространстве признаков минимально. В качестве признаков можно выбрать яркости пикселей в каждом канале снимка. Хорошо работает в тех случаях, когда расстояния между точками центров классов велики по сравнению с диапазоном разброса объектов каждого класса. Будет плохо работать, например, в том случае, если в обучающей выборке будут присутствовать только пиксели воды, поверхность которой покрыта растительностью, и сильно увлажненной почвы, также покрытой растительностью, так как в этом случае классы сильно пересекутся;

- метод параллелепипедов. Предполагает использование в качестве характеристик классов некоторых интервалов значений яркости, которые могут выбираться с помощью анализа гистограммы распределения яркости на изображении. Эти интервалы значений яркости определяют в пространстве признаков замкнутые области, которые в общем случае имеют форму гиперпараллелепипеда. Этот метод также дает хорошие результаты, если эти области не пересекаются (то есть не пересекаются спектральные характеристики классов);

- метод максимального правдоподобия. Принцип работы заключается в определении вероятности попадания пикселя в тот или иной класс. При этом для характеристики классов используется вероятностное распределение спектральных признаков. Этот метод применим в тех случаях, когда спектральные характеристики классов различаются слабо.

Третий подход заключается в использовании цифровой модели рельефа (ЦМР). Если для сделанного спутником снимка имеется геопривязка, и имеется ЦМР, включающая информацию о наличии водных объектов во всех точках растра, для соответствующей территории, то возможно проверить потенциальную принадлежность пикселя снимка водному объекту, используя ЦМР. Даже если ЦМР имеет крупный по сравнению с разрешением

снимка шаг, то и в этом случае проверка на наличие воды в соответствующих точках растра ЦМР может позволить убрать из дальнейшего рассмотрения те пиксели снимка, которые точно не соответствуют водным объектам, и проводить проверку на принадлежность объектам гидрографии только для оставшихся пикселей.

Иногда после применения перечисленных методов, основанных на индексах и классификации с обучением, может потребоваться постклассификация – процедура, заключающаяся в дополнительной обработке полученных результатов выделения воды (в общем случае результатов произвольной классификации), например, морфологическими фильтрами, что позволяет удалить отдельные пиксели и мелкие кластеры и заполнить разрывы на больших площадях [3].

В докладе приводятся примеры работы алгоритмов на спутниковых снимках.

Библиографический список

1. Vivek Kumar Gautam, Piyush Kumar Gaurav, P Murugan, M Annadurai. Assessment of Surface Water Dynamics in Bangalore using WRI, NDWI, MNDWI, Supervised Classification and K-T Transformation. - Aquatic Procedia 4, 2015. - 739 – 746 с.

2. Лабутина И.А., Балдина Е.А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. Методическое пособие. - Всемирный фонд дикой природы (WWF России). Проект ПРООН/ГЭФ/МКИ «Сохранение биоразнообразия в российской части Алтае-Саянского экорегиона» – М., 2011. – 88 с.

3. Виноградова Н.С., Кобзева Е.А. Выделение растительности и объектов гидрографии по снимкам городских территорий сверхвысокого разрешения [электронный ресурс] // геоинформационный портал ГИС-Ассоциации. 2002-2014. URL: <http://www.gisa.ru/59708.html> (дата обращения: 02.10.2017).

БОРТОВОЙ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ ПЕРЕДАТЧИК МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ВТОРИЧНЫМ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ, УПРАВЛЯЕМЫМ ПО УРОВНЮ ОГИБАЮЩЕЙ РАДИОСИГНАЛА

С. В. Алимкина

Научный руководитель – Колесников С. В.

ст. пр. каф. КТ

Рязанский государственный радиотехнический университет

Высокоэффективный передатчик – это передатчик с высоким коэффициентом полезного действия (КПД), определяющим отношение полезной мощности, поступающей в антенну передатчика, к мощности, потребляемой от источника питания. Радиосистемы большинства эксплуатируемых и разрабатываемых малых космических аппаратов проектируются для излучения в нелицензируемых и радиолюбительских диапазонах частот, ограничивающих применение высокоскоростных широкополосных телеметрических систем. Вместе с тем развитие целевой аппаратуры малых космических аппаратов, в частности повышение разрешения сенсоров дистанцион-

ного зондирования Земли, требует повышения пропускной способности телеметрической системы. Указанное противоречие может быть разрешено применением систем телеметрии со спектрально эффективными сигналами, в том числе с модуляцией QAM и OFDM, позволяющей повысить информативность системы телеметрии.

Существенным недостатком спектрально эффективных сигналов является высокий пик фактор, требующий от передатчика высокой линейности тракта усиления мощности. Как следствие КПД передатчика с линейным трактом усиления мощности снижается до 10...20% [1]. КПД определяет максимальную мощность излучаемого радиосигнала и мощность потребляемую от бортового источника питания. Предлагается реализовать повышение КПД передатчика до 40...50% за счет динамического изменения напряжения питания выходного каскада усилителя мощности в соответствии с отслеживаемым уровнем огибающей излучаемого радиосигнала. Технология динамического управления напряжением питания выходного каскада может быть применена в передатчиках метрового и дециметрового диапазона длин волн.

Предполагается, что разрабатываемый передатчик будет работать на основе технологий цифровых передающих устройств [2]:

- технология динамического формирования напряжения питания выходного транзисторного каскада усилителя мощности в быстродействующем вторичном источнике питания по отслеживаемому в цифровом baseband тракте уровню огибающей сигнала (envelope tracking power amplifier);
- технология прямого цифрового синтеза, позволяющая точно и быстро перестраивать среднюю частоту радиосигнала (direct digital synthesis DDS);
- технология программно-реконфигурируемого радио, позволяющая адаптивно изменять сигнально-кодую конструкцию и перестраивать передатчик на различные, в том числе новые стандарты систем беспроводной связи (software defined radio SDR).

Вторичный источник электропитания обеспечивает преобразование энергии первичного бортового источника в электрическую энергию с требуемыми качественными и количественными показателями. Вторичный источник электропитания может быть выполнен в качестве самостоятельного узла или отдельного блока, а также узлов разнесённых по платам системы [3]. Для реализации динамического управления напряжением питания частота широтно-импульсной модуляции во вторичном источнике питания должна в разы превышать полосу сигнала огибающей излучаемого радиосигнала. Поэтому предъявляется чрезвычайно высокие требования к быстродействию силовых полупроводниковых ключей во вторичном источнике питания.

Разработка для малого космического аппарата бортового высокоэффективного передатчика позволит отработать технологию применения в системах связи с космическими аппаратами сигналов с многопозиционными видами модуляции QAM-16, QAM-32, перенести технологию на большие космические аппараты класса и в разы повысить пропускную способность систем связи при сохранении полосы радиосигнала и незначительном снижении КПД передатчика в сравнении с КПД существующих передатчиков, использующими сигналы с фазовой манипуляцией QPSK и 8-PSK.

Библиографический список

1. Jinsung Choi, Student Member, IEEE, Daehyun Kang, Student Member, IEEE, Dongsu Kim, and Bumman Kim, Fellow, IEEE. Optimized Envelope Tracking Operation of Doherty Power Amplifier for High Efficiency Over an Extended Dynamic Range. IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, VOL. 57, NO. 6, JUNE 2009.
2. Steven Baker. Applying Envelope Tracking to High-Efficiency Power Amplifiers for Handset and Infrastructure Transmitters. Cambridge Wireless Radio SIG, 14 July 2011 (1.3).
3. Вересов Г.П. Электропитание бортовой радиолетронной аппаратуры. — М.: Радио и связь, 1983. — С. 5. — 128 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВИСА GOOGLE ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАССИВА АБРИСОВ

В.И. Пошехонов, Д.В. Скачков, В.В. Назарцев
Научный руководитель - Кузнецов А.Е.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Дистанционное зондирование Земли из космоса уже давно является неотъемлемой частью многих сфер деятельности человека. Материалы космической съемки широко используются при решении различных задач, как в повседневной жизни человека, так и во многих других областях жизнедеятельности: сельском хозяйстве, поиске полезных ископаемых, военной разведке.

Каждая задача выдвигает особые требования к параметрам качества снимков подстилающей поверхности. Одним из таких параметров является высокоточная геодезическая привязка, которая подразумевает расчет геодезических координат - долготы и широты точки на поверхности земного геоида, для каждого пикселя снимка.

Для получения таких высокоточных данных, необходимо произвести ряд наземных обработок изображений в соответствии со следующими этапами:

- калибровка элементов внутреннего и внешнего ориентирования для нового запущенного спутника или корректировка формулярных данных уже летающего;
- контроль точности привязки (ручной периодический или автоматический);
- геодезическое ориентирование.

Одним из элементов обработки является сопоставление снимков полученных со спутника с некими эталонными значениями. В качестве эталона могут применяться как растровые снимки с уже уточнённой привязкой (например, по точным GPS измерениям координат объектов непосредственно на Земле), так и векторные данные (векторные карты береговых линий, дорог и других характерных элементов).

Использование как растровых, так и векторных данных имеет свои преимущества и недостатки. Для хранения векторных данных требуется не большой объём дискового пространства, но не учитываются возможные временные и сезонные изменения подстилающей поверхности. В случае

растровых изображений, возможно создание большого банка данных для различной местности по различным датам, но при огромных объёмах для их хранения.

Для разрешения этой проблемы, в данной работе предлагается создать базу эталонов в виде базы абрисов только на характерные объекты подстилающей поверхности, которые хорошо различимы как автоматическими алгоритмами сопоставления, так и глазом человека. Это значительно сокращает объём базы и позволяет производить более точный и быстрый поиск одноимённых точек на опорном и эталонном снимках.

Для генерации таких абрисов необходимы снимки с уже скорректированной геодезической привязкой. Один из способов получения таких снимков, является обращение к их распространителям (НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы», Европейское космическое агентство и др.), но стоимость таких снимков может достигать астрономических сумм, при значительной избыточной точности данных изображений. Другой способ, который и был использован в данной работе - это использование общедоступного бесплатного сервиса GoogleMap. Несмотря на то, что точность данных снимков уступает данным, полученным от распространителей, для решения поставленных задач она является более чем достаточной.

Сформированные массивы абрисов были использованы при создании программно-методического обеспечения для калибровки космических аппаратов серии «Ресурс-П» и «Канопус-В» в рамках работ, проводимых в ФГБОУ ВПО «РГРТУ».

Секция 9
Информационные технологии в промышленности

**ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ МЕХАНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

М.С.Калистратов, В.А.Мокрозуб, О.И.Дудышев

Научный руководитель – Мокрозуб В.Г.

к.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

Технологическое оборудование (ТО) предприятий химической и нефтехимической промышленности должно надежно работать в течение заданного времени и быть безопасным для обслуживающего персонала и окружающей среды. Работоспособность и безопасность ТО достигается в том числе и с помощью механических расчетов (расчетов на прочность).

Методики механических расчетов представлены в нормативных документах, например, серия ГОСТ Р 52857–2007 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность».

В настоящее время элементы, подлежащие расчету (обечайки, фланцы, валы и др.), и вид самого расчета (прочность, жесткость, устойчивость и др.) определяет конструктор в зависимости от условий эксплуатации, испытаний и монтажа ТО (рис. 1) [1].

Предлагается новая схема механических расчетов ТО (рисунок 1), в которой элементы, подлежащие расчету, и виды этих расчетов, определяются автоматически с использованием базы знаний.

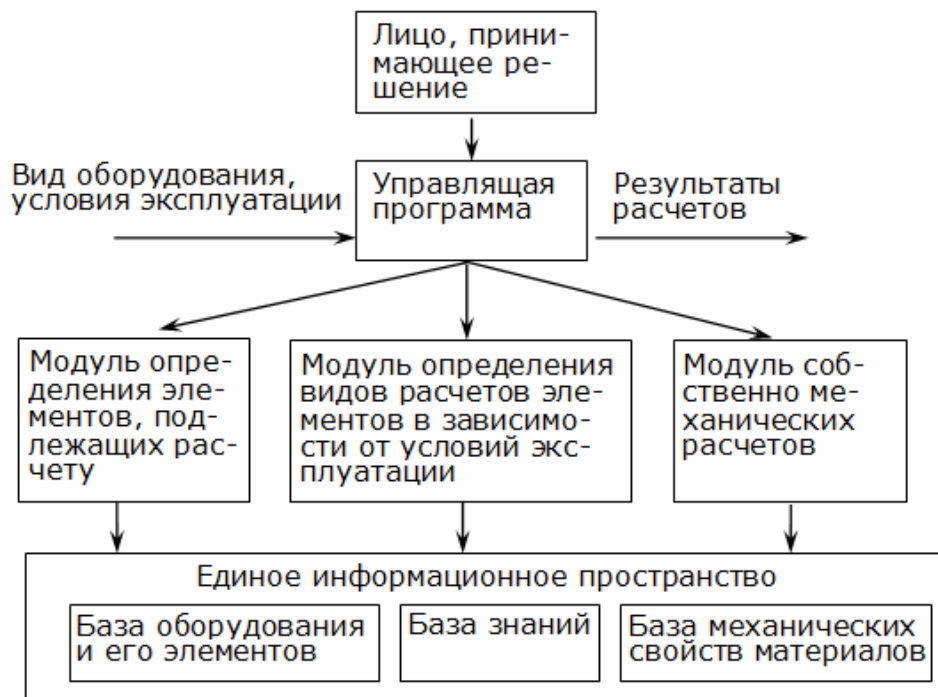


Рис. 1 – Предлагаемая схема выполнения механических расчетов ТО

Работа является частью разрабатываемого на кафедре КИСМ ТГТУ виртуального кабинета «Конструирование технологического оборудования» [2-7].

Библиографический список

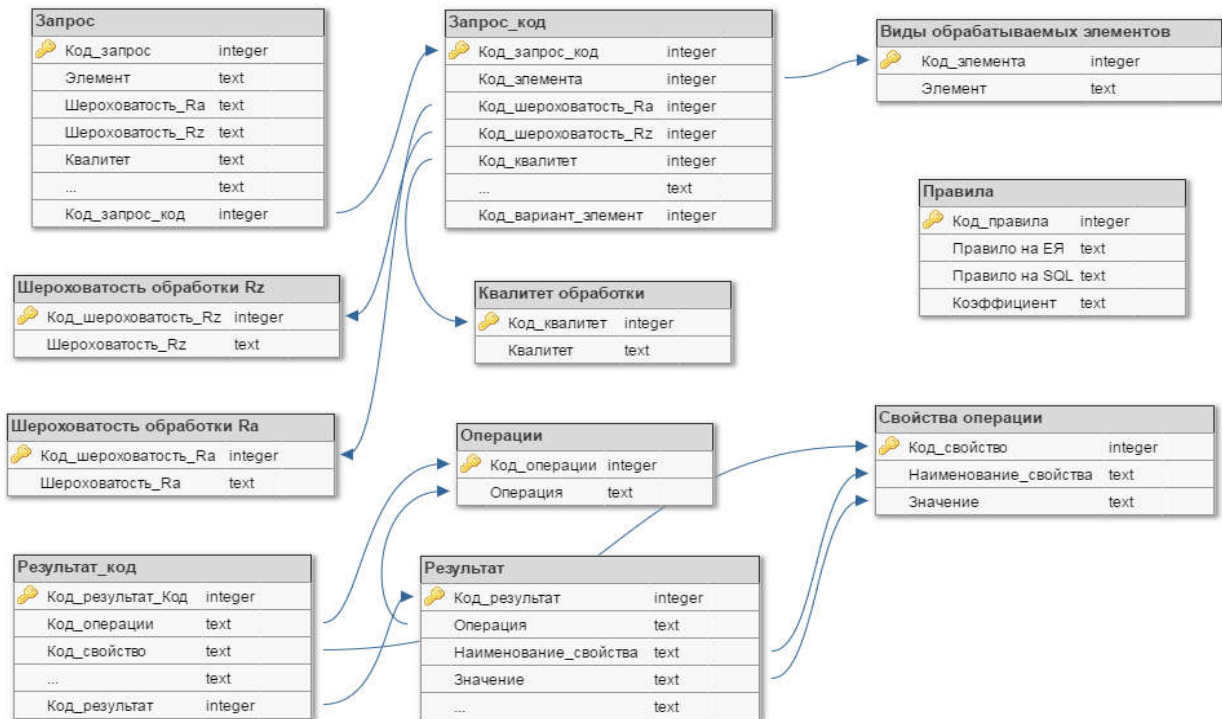
1. Мокрозуб, В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования / В.Г.Мокрозуб, А.В.Мокрозуб, А.А.Чуриков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187-195.
2. Малыгин, Е.Н. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, М.Н.Краснянский, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко – Москва: Машиностроение-1, – 2003. – 124 с.
3. Немтинов, В.А. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А.Немтинов, В.В.Юханов, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко, Ю.В.Немтинова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321-330.
4. Мокрозуб, В.Г. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников / В.Г.Мокрозуб, С.В.Морозов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19.- № 3. – С. 518-526
5. Егоров, С.Я. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов часть 1. Аналитические и процедурные модели (часть 2 см. № 1, 2010 г.) / С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, В.А.Немтинов, И.В.Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 4. – С. 3-11.
6. Мокрозуб, В.Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования: учебное пособие / В.Г.Мокрозуб – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.
7. Мокрозуб, В.Г. Постановка задачи разработки математического и информационного обеспечения процесса проектирования многоассортиментных химических производств / В.Г.Мокрозуб, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23. – № 2. – С. 252-264.

**БАЗА ДАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВАЛОВ**

С.А.Акопян, В.Н.Акопян, О.И. Дудышев
Научный руководитель – Мокрозуб В.Г.
к.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

Основным элементом системы автоматизированного проектирования технологии изготовления деталей является база данных, структура которой представлена ниже.



Описание таблиц: 1) Виды обрабатываемых элементов. Перечислены все возможные конструкционные элементы, деталей типа "Вал" (отверстие продольное, ступень, резьба и др.); 2) Шероховатость обработки Ra. Перечислены диапазоны шероховатостей по Ra; 3) Шероховатость обработки Rz. Перечислены диапазоны шероховатостей по Rz; 4) Квалитет обработки. Перечислены квалитеты точности обработки; 5) Операции. Перечислены все возможные механические операции (токарное точение, токарное растачивание, сверление, зенкерование); 6) Свойства операции. Перечислены свойства операции с разными значениями; 7) Правила. Здесь находятся связи типа "Если ... то...", связывающие определённый обрабатываемый элемент с определённым видом механической обработки; 8) Запрос. Предназначена для сбора и хранения информации, введенной пользователем; 9) Запрос код. Предназначена для хранения информации из таблицы 8, отличие лишь в том, что значения ячеек изменяются на соответствующие им значения "код" из таблиц 1, 2, 3 и 4; 10) Результат код. В эту таблицу работник записывает значения таблиц 5 и 6, соответствующие значениям, полученным в результате совпадения значений правил из таблицы 7; 11) Результат. Предназначена для хранения информации из таблицы 10.

Работа является частью разрабатываемой на кафедре КИСМ ТГТУ системы автоматизированного проектирования технологического оборудования [1-7].

Библиографический список

1. Мокрозуб, В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования / В.Г.Мокрозуб, А.В.Мокрозуб, А.А.Чуриков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187-195.

2. Малыгин, Е.Н. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, М.Н.Краснянский, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко – Москва: Машиностроение-1, – 2003. – 124 с.

3. Немтинов, В.А. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А.Немтинов, В.В.Юханов, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко, Ю.В.Немтинова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321-330.

4. Мокрозуб, В.Г. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников / В.Г.Мокрозуб, С.В.Морозов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19.- № 3. – С. 518-526

5. Егоров, С.Я. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов часть 1. Аналитические и процедурные модели (часть 2 см. № 1, 2010 г.) / С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, В.А.Немтинов, И.В.Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 4. – С. 3-11.

6. Мокрозуб, В.Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования: учебное пособие / В.Г.Мокрозуб – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.

7. Мокрозуб, В.Г. Постановка задачи разработки математического и информационного обеспечения процесса проектирования многоассортиментных химических производств / В.Г.Мокрозуб, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23. – № 2. – С. 252-264.

БАЗА ДАННЫХ СИСТЕМЫ СОСТАВЛЕНИЯ ГРАФИКОВ РЕМОНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

И.В.Калистратова, Е.С.Мордасова, В.А.Мокрозуб

Научный руководитель – Мокрозуб В.Г.

к.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

Одним из основных элементов современных автоматизированных систем управления производством (АСУП) является единое информационное пространство (ЕИП), которое в подавляющем большинстве случаев представляет собой реляционную базу данных, работающую под управлением таких систем, как MS SQL, My SQL, Oracle и др. Традиционными объектами ЕИП для многоассортиментных химических производств (МХП) являются: номенклатура готовой продукции (ГП), поставщики сырья и потребители ГП, нормы расхода сырья, характеристики имеющегося оборудования и др.

ER-диаграмма представлена на рисунке 1. Информация о технологиях выпуска хранится в таблицах "Технологии" и "Оборудование_технологии". Для одного продукта может быть задано несколько технологий. В таблице "Оборудование_технологии" находятся аппараты (ID_Оборудование) и время их работы для выпуска одной партии продукта (ID_Продукта) по заданной технологии (ID_Технологии).

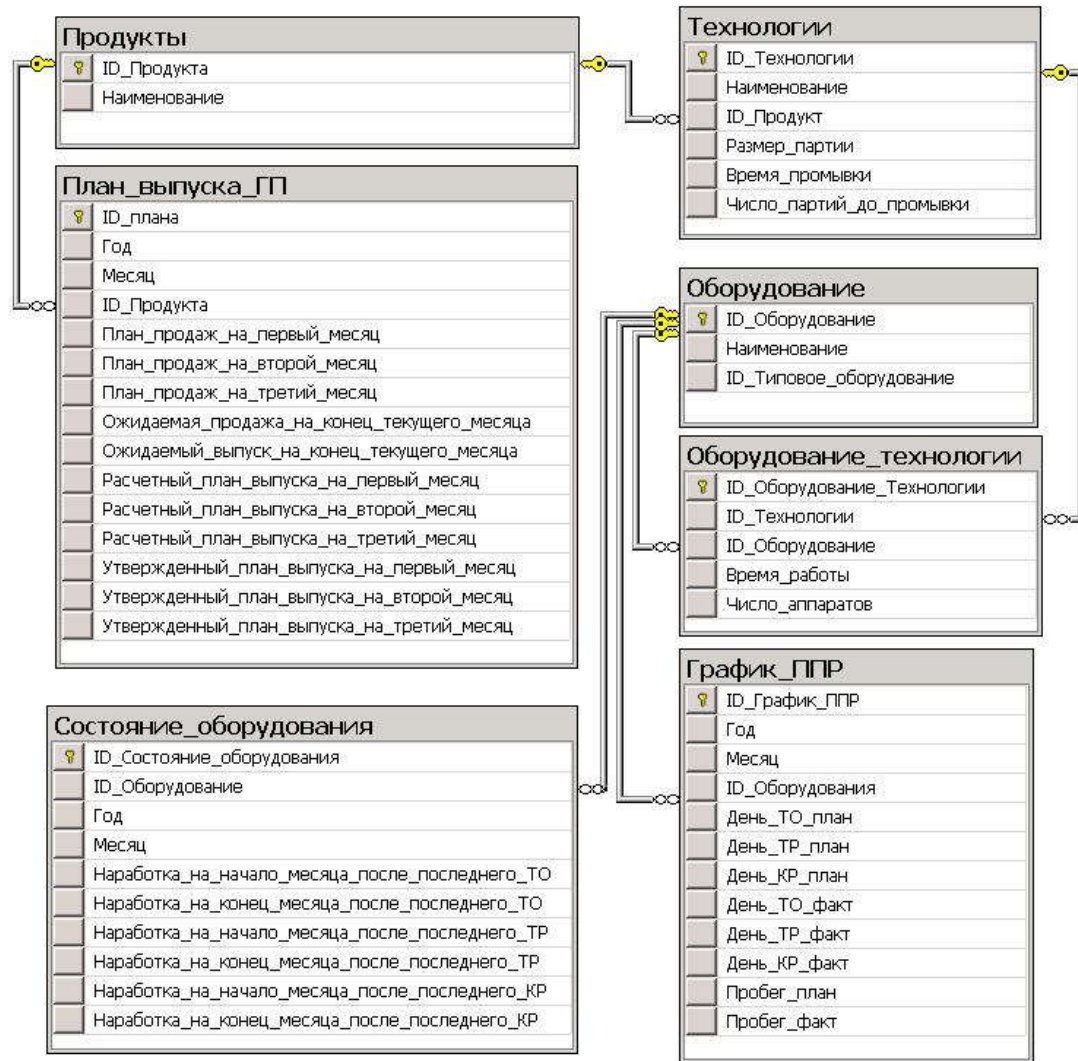


Рис. 1 – ER-диаграмма базы данных планирования выпуска ГП и составления графика ремонта оборудования

Работа является частью разрабатываемой на кафедре КИСМ ТГТУ системы автоматизированного проектирования и управления многоассортиментными химическими производствами [1-7].

Библиографический список

- Егоров, С.Я. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов часть 1. Аналитические и процедурные модели (часть 2 см. № 1, 2010 г.) / С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, В.А.Немтинов, И.В.Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 4. – С. 3-11.
- Немтинов, В.А. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А.Немтинов, В.В.Юханов, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко, Ю.В.Немтинова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321-330.

3. Мокрозуб, В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования / В.Г.Мокрозуб, А.В.Мокрозуб, А.А.Чуриков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187-195.
4. Малыгин, Е.Н. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, М.Н.Краснянский, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко – Москва: Машиностроение-1, – 2003. – 124 с.
5. Мокрозуб, В.Г. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников / В.Г.Мокрозуб, С.В.Морозов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19.- № 3. – С. 518-526
6. Мокрозуб, В.Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования: учебное пособие / В.Г.Мокрозуб – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.
7. Мокрозуб, В.Г. Постановка задачи разработки математического и информационного обеспечения процесса проектирования многоассортиментных химических производств / В.Г.Мокрозуб, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23. – № 2. – С. 252-264.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СНИЖЕНИЯ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ АППАРАТОВ

М.С.Елагин, М.С.Калистратов, Д.А.Солопов
Научный руководитель – Мокрозуб В.Г.
к.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

В обрабатывающих отраслях промышленности широко применяются емкостные аппараты для переработки и хранения сырья и готовой продукции. Основным элементом этих аппаратов является корпус, состоящий из обечайки, днища и крышки. Корпус в значительной степени определяет металлоемкость и стоимость аппарата. Толщина стенок элементов корпуса зависит от рабочего давления и температуры в аппарате. Расчет толщины корпуса осуществляется по ГОСТ Р 52857.2-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек выпуклых и плоских днищ и крышек. В соответствии с этим стандартом толщина цилиндрической обечайки, нагруженной внутренним давлением, зависит от диаметра аппарата, давления, допускаемого напряжения материала и компенсационной прибавки, которая учитывает коррозию материала, минусовой допуск листов и утонение стенок при изготовлении обечайки.

В настоящее время на кафедре «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» разрабатывается система автоматизированного конструирования технологического оборудования [1-7]. Программы различных расчетов, выполненные в среде Mathcad являются элементами этой системы.

Задача расчета оптимальных размеров аппарата ставится следующим образом.

Даны тип аппарата, объем, рабочее давление, температура и материал изготовления корпуса аппарата. Требуется найти такой диаметр аппарата, D^* , при котором металлоемкость корпуса, M_k будет минимальна

$$M_k(D^*) = \min_{D_{\min} < D < D_{\max}} M_k(D) .$$

Рассмотрим ограничения для аппарата с эллиптическим днищем и эллиптической крышкой и аппарата с эллиптическим днищем и плоской крышкой.

Аппарат с эллиптическим днищем и эллиптической крышкой:

$$M_k = \rho(A_o S_o + A_k S_k + A_d S_d); \quad S_o = PD / (2\varphi[\sigma] - P) + c;$$

$$S_d = S_k = PD / (2\varphi[\sigma] - 2P) + c; \quad A_o = \pi DL;$$

$$A_k = A_d = 1,24D^2; \quad V = L\pi D^2 / 4 + \pi D^3 / 24 + \pi D^3 / 24 .$$

Аппарат с эллиптическим днищем и плоской крышкой:

$$M_k = \rho(A_o S_o + A_k S_k + A_d S_d); \quad S_o = PD / (2\varphi[\sigma] - P) + c;$$

$$S_d = PD / (2\varphi[\sigma] - 2P) + c; \quad S_k = KK_0 2R \sqrt{P / \varphi[\sigma]};$$

$$A_o = \pi DL; \quad A_d = 1,24D^2; \quad A_k = \pi R^2; \quad V = L\pi D^2 / 4 + \pi D^3 / 24 .$$

Обозначения: D_{\min}, D_{\max} – минимальный и максимальный допустимый диаметр аппарата; P – внутреннее давление в аппарате; ρ – плотность материала корпуса аппарата; A_o, A_k, A_d – площадь поверхности обечайки, днища и крышки соответственно; S_o, S_k, S_d – толщина обечайки, крышки и днища соответственно; L – высота обечайки; V – объем аппарата; $[\sigma]$ – допустимое напряжение материала аппарата; φ – коэффициент прочности сварных швов; K_0 – коэффициент ослабления крышки отверстиями; K – коэффициент прочности крышки.

Библиографический список

1. Малыгин, Е.Н. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, М.Н.Краснянский, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко – Москва: Машиностроение-1, – 2003. – 124 с.
2. Немтинов, В.А. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А.Немтинов, В.В.Юханов, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко, Ю.В.Немтинова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321-330.
3. Мокрозуб, В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования / В.Г.Мокрозуб, А.В.Мокрозуб, А.А.Чуриков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187-195.

4. Мокрозуб, В.Г. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников / В.Г.Мокрозуб, С.В.Морозов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19.- № 3. – С. 518-526

5. Егоров, С.Я. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов часть 1. Аналитические и процедурные модели (часть 2 см. № 1, 2010 г.) / С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, В.А.Немтинов, И.В.Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 4. – С. 3-11.

6. Мокрозуб, В.Г. Постановка задачи разработки математического и информационного обеспечения процесса проектирования многоассортиментных химических производств / В.Г.Мокрозуб, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23. – № 2. – С. 252-264.

7. Мокрозуб, В.Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования: учебное пособие / В.Г.Мокрозуб – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ СОСУДОВ И АППАРАТОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОПОРНЫХ НАГРУЗОК

А.А.Пучин, О.И.Дудышев, Е.С.Мордасова

Научный руководитель – Мокрозуб В.Г.

к.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

Сосуды и аппараты (емкостные, колонные, выпарные и др.) используются в химической, нефтехимической, пищевой и др. областях промышленности и является опасным для человека и окружающей среды. В соответствии с этим для них необходимо выполнять механические (прочностные) расчеты, гарантирующие безопасность этих аппаратов в заданных рабочих условиях.

Несмотря на различия процессов, протекающих в сосудах и аппаратах (нагрев, перемешивание, химические превращения и др.) все они состоят из однотипных элементов: обечайки, днища, фланцы, опорные и строповые устройства и др. Основным стандартом для проведения механических расчетов их элементов является серия ГОСТ Р 52857-2007. «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность».

Для автоматизации механических расчетов сосудов и аппаратов существуют специальные программы, одной из которых является модуль механических расчетов виртуального кабинета «Конструирование технологического оборудования»], www.gaps.tstu.ru\kir.

Механические расчеты в виртуальном кабинет «Конструирование технологического оборудования» выполняются в среде Mathcad и представляют собой электронную книгу, содержащую тексты стандартов и примеры расчетов.

При всей привлекательности существующих программ механических расчетов сосудов и аппаратов, они выполняются на стороне клиента, и не являются кросс- платформенными, что в современных условиях, когда

имеются многочисленные типы компьютерных систем, является существенным недостатком.

В связи с этим одним из направлений развития виртуального кабинета «Конструирование технологического оборудования» является разработка программного обеспечения, выполняющегося на стороне сервера.

На рис. 1. представлено главное меню программы.

Разработанный модуль установлен на Linux-платформе, Web-сервер – Apache HTTP-сервер. Язык программирования PHP.

Работа является частью разрабатываемой на кафедре КИСМ ТГТУ системы автоматизированного проектирования и управления многоассортиментными химическими производствами [1-7].

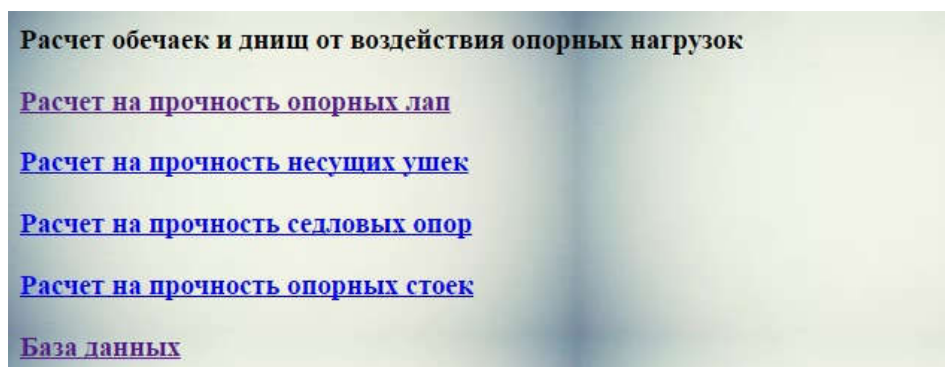


Рис. 1 – Главное меню программы.

Библиографический список

1. Егоров, С.Я. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов часть 1. Аналитические и процедурные модели (часть 2 см. № 1, 2010 г.) / С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, В.А.Немтинов, И.В.Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 4. – С. 3-11.

2. Немтинов, В.А. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А.Немтинов, В.В.Юханов, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко, Ю.В.Немтинова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321-330.

3. Мокрозуб, В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования / В.Г.Мокрозуб, А.В.Мокрозуб, А.А.Чуриков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187-195.

4. Малыгин, Е.Н. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, М.Н.Краснянский, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко – Москва: Машиностроение-1, – 2003. – 124 с.

5. Мокрозуб, В.Г. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников / В.Г.Мокрозуб, С.В.Морозов // Вестник

Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19.- № 3. – С. 518-526

6. Мокрозуб, В.Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования: учебное пособие / В.Г.Мокрозуб – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.

7. Мокрозуб, В.Г. Постановка задачи разработки математического и информационного обеспечения процесса проектирования многоассортиментных химических производств / В.Г.Мокрозуб, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23. – № 2. – С. 252-264.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНА ВЫПУСКА ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Д.А.Солопов, В.А.Мокрозуб, Н.В.Храмцова

Научный руководитель – Мокрозуб В.Г.

к.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

Рутинными задачами, выполняемыми службами машиностроительных предприятий, являются:

- составление плановых заданий производственным подразделениям (цехам, участкам), в которых указывается, что и сколько должно изготовить производственное подразделение (номенклатура и количество);
- расчет потребности в материалах и покупных комплектующих изделий.

Представленный программный продукт предназначен для автоматизации составления заданий производственным подразделениям машиностроительных предприятий и для расчета потребности в материалах. Основные функции программы:

- составление спецификаций изделий, выпускаемых машиностроительным предприятием;
- составление маршрута изготовления деталей и сборочных единиц (на уровне цехов и участков);
- задание норм расхода материалов необходимых для изготовления деталей;
- составление списка деталей и сборочных единиц, необходимых для изготовления изделия или группы разных изделий (разузлование);
- составление задания производственным подразделениям (цехам, участкам) по выпуску деталей и сборочных единиц, необходимых для изготовления группы изделий (выполнение производственного заказа предприятием);
- расчет потребности в материалах и комплектующих;
- корректировка спецификации, маршрута изготовления деталей и сборочных единиц, заготовок и норм расхода.

Отличительной особенностью программы является возможность создания групповой спецификации, когда один документ создается на группу изделий, которые имеют большое число одинаковых составляющих, а также спецификаций с взаимозаменяемыми элементами. Применение групповой спецификации позволяет сократить объем вводимой информации в этом

случае в несколько десятков раз. Предполагается следующая последовательность работы с программой:

- отдел главного конструктора формирует спецификацию на изделие, в которой также отмечает покупные изделия и детали;
- отдел главного технолога к спецификации добавляет маршрут изготовления деталей и сборочных единиц, заготовки и нормы расхода;
- отдел маркетинга (сбыта) формирует производственный заказ;
- производственно-диспетчерский отдел производит разувязку изделий заказа и формирует задания производственным подразделениям;
- отдел снабжения (комплектации) формирует список покупных изделий и рассчитывает потребность в материалах.

Работа является частью разрабатываемой на кафедре КИСМ ТГТУ системы автоматизированного проектирования и управления химическими и машиностроительными предприятиями [1-8].

Библиографический список

1. Егоров, С.Я. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов часть 1. Аналитические и процедурные модели (часть 2 см. № 1, 2010 г.) / С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, В.А.Немтинов, И.В.Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 4. – С. 3-11.

2. Немтинов, В.А. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А.Немтинов, В.В.Юханов, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко, Ю.В.Немтинова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321-330.

3. Мокрозуб, В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования / В.Г.Мокрозуб, А.В.Мокрозуб, А.А.Чуриков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187-195.

4. Малыгин, Е.Н. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, М.Н.Краснянский, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко – Москва: Машиностроение-1, – 2003.– 124 с.

5. Мокрозуб, В.Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования: учебное пособие / В.Г.Мокрозуб – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.

6. Мокрозуб, В.Г. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников / В.Г.Мокрозуб, С.В.Морозов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19.- № 3. – С. 518-526

7. Мокрозуб, В.Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования: учебное пособие / В.Г.Мокрозуб – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.

8. Мокрозуб, В.Г. Постановка задачи разработки математического и информационного обеспечения процесса проектирования многоассортиментных химических производств / В.Г.Мокрозуб, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин

// Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23. – № 2. – С. 252-264.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНА ВЫПУСКА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ХИМИЧЕСКИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

И.В.Калистратова, М.С.Калистратов, Е.С.Мордасова

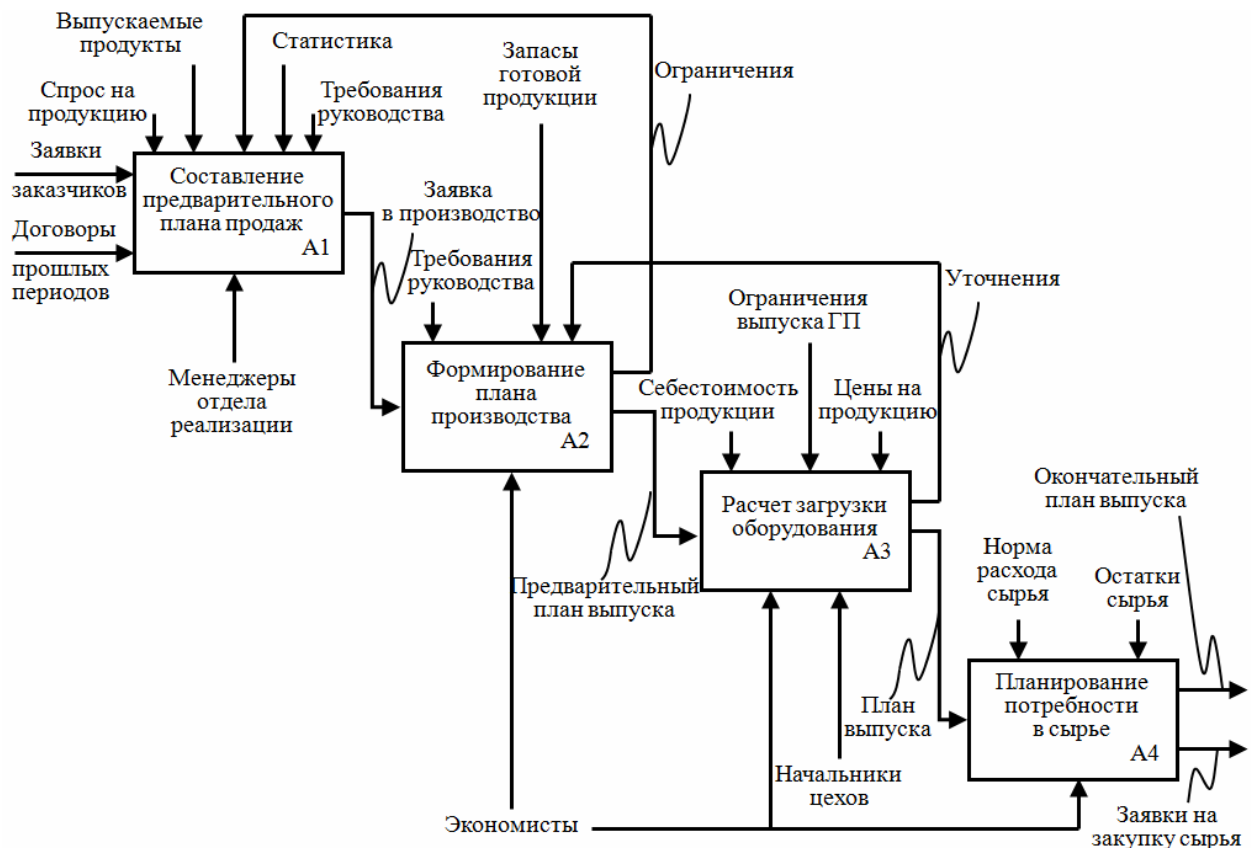
Научный руководитель – Мокрозуб В.Г.

к.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

Одной из задач производственной деятельности предприятия является составление плана выпуска готовой продукции. Неправильно составленный план приводит к выпуску нереализованной в срок продукции и к значительным убыткам предприятия. В полной мере это относится и к многоассортиментным химическим производствам (МХП), примерами которых являются производства красок, лаков, парфюмерных изделий, лекарственных препаратов, пищевых продуктов и др. Отличительной особенностью этих производств является большой ассортимент и возможность выпуска различных продуктов на одной группе оборудования.

На рисунке представлена диаграмма функциональной модели составления плана выпуска готовой продукции в нотации IDEF0.



Работа является частью разрабатываемой на кафедре КИСМ ТГТУ системы автоматизированного проектирования и управления химическими производствами [1-7].

Библиографический список

1. Егоров, С.Я. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов часть 1. Аналитические и процедурные модели (часть 2 см. № 1, 2010 г.) / С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, В.А.Немтинов, И.В.Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 4. – С. 3-11.
2. Немтинов, В.А. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А.Немтинов, В.В.Юханов, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко, Ю.В.Немтинова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321-330.
3. Мокрозуб, В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования / В.Г.Мокрозуб, А.В.Мокрозуб, А.А.Чуриков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187-195.
4. Малыгин, Е.Н. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, М.Н.Краснянский, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко – Москва: Машиностроение-1, – 2003. – 124 с.
5. Мокрозуб, В.Г. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников / В.Г.Мокрозуб, С.В.Морозов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19.- № 3. – С. 518-526
6. Мокрозуб, В.Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования: учебное пособие / В.Г.Мокрозуб – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.
7. Мокрозуб, В.Г. Постановка задачи разработки математического и информационного обеспечения процесса проектирования многоассортиментных химических производств / В.Г.Мокрозуб, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23. – № 2. – С. 252-264.

**ВИРТУАЛЬНЫЙ КАБИНЕТ «КОНСТРУИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»**

В.А.Мокрозуб, М.С.Калистратов, Д.А.Солопов
Научный руководитель – Мокрозуб В.Г.
к.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

Под виртуальным кабинетом понимается информационная система, предназначенная для студентов, изучающих специализированные учебные курсы по устройству, методам расчета и методам конструирования технологического оборудования [1–7].

Адрес виртуального кабинета в сети Internet www.gaps.tstu.ru/kir.

Функции системы определены тем, что должны знать и уметь студенты для того, чтобы выполнять проекты, максимально приближенные к реальным, а именно:

- проводить механические расчеты технологического оборудования.
- выбирать типоразмеры отдельных элементов технологического оборудования;
- получать справочные данные, необходимые для разработки конструкции (механические свойства материалов, коррозионная стойкость материалов, виды сварных швов и др.);
- по 3D моделям ознакомиться с типовыми конструкциями элементов.
- создавать 2D чертежи и 3D модели по типовым конструкциям технологического оборудования.

Кроме того, система содержит расчетные и курсовые задания по курсу "Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли".

Описанные функции определяют структуру системы, которая состоит из следующих элементов:

- модуль механических расчетов элементов технологического оборудования;
- база применимости и свойств сталей;
- база типоразмеров элементов технологического оборудования;
- каталоги типового технологического оборудования;
- 3D модели типовых элементов технологического оборудования;
- база условных обозначений элементов химико-технологических схем;
- расчетные и курсовые задания.

Виртуальный кабинет представлен программами и информационными ресурсами, работающими в сети Internet и в локальной сети (включая монопольное использование).

Авторы готовы передать разработанное программное и информационное обеспечение бесплатно по принципу «как есть» при условии предоставления акта внедрения в производство или учебный процесс.

Библиографический список

1. Егоров, С.Я. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов часть 1. Аналитические и процедурные модели (часть 2 см. № 1, 2010 г.) / С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, В.А.Немтинов, И.В.Милованов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 4. – С. 3-11.

2. Малыгин, Е.Н. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, М.Н.Краснянский, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко – Москва: Машиностроение-1, – 2003. – 124 с.

3. Немтинов, В.А. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А.Немтинов, В.В.Юханов, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин, С.Я.Егоров, В.Г.Мокрозуб, А.Б.Борисенко, Ю.В.Немтинова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321-330.

4. Мокрозуб, В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования / В.Г.Мокрозуб, А.В.Мокрозуб, А.А.Чуриков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187-195.

5. Мокрозуб, В.Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования: учебное пособие / В.Г.Мокрозуб – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.

6. Мокрозуб, В.Г. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников / В.Г.Мокрозуб, С.В.Морозов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19.- № 3. – С. 518-526.

7. Мокрозуб, В.Г. Постановка задачи разработки математического и информационного обеспечения процесса проектирования многоассортиментных химических производств / В.Г.Мокрозуб, Е.Н.Малыгин, С.В.Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. – Т. 23. – № 2. – С. 252-264.

ТВОРЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ УЧЕБНОЙ СРЕДЕ

М.В. Фоменко, Л.А. Виликотская

**Рязанский институт (филиал) Московского политехнического
университета**

Развитие творческих способностей студентов – одна из основных задач гуманитарного (и не только) образования в техническом вузе. При таком подходе не пассивное усвоение учебной информации, а активное её использование в процессе решения учебных задач становится приоритетным. Компьютер, интернет-технологии включены в структуру интеллектуальной деятельности обучающихся.

Покажем на примере дисциплины «философия». В Рязанском политехническом институте создана электронная учебная среда на основе системы обучения (СДО) Moodle. Она ориентирована, прежде всего, на организацию взаимодействия между преподавателем и студентами. Основное её предназначение – организация дистанционного обучения; характеризуется открытостью, относительной простотой в использовании, позволяет педагогу в интерактивном режиме руководить учебной и исследовательской индивидуальной и коллективной деятельностью студентов по определённой теме, проблеме, осуществлять текущий и итоговый контроль знаний.

Электронный курс по философии включает конспекты и видеопрезентации лекций, планы семинарских занятий, темы докладов и эссе, списки рекомендуемой литературы и баз данных в сети интернет, а также задания для самостоятельной работы.

Во время аудиторных занятий и при подготовке к ним студенты выполняют следующие виды творческой деятельности: анализируют философские тексты и афоризмы; отвечают на эвристические вопросы к фрагментам философских произведений; пишут эссе, сочинения; составляют задания кроссвордов и тестов; готовят презентации к своим докладам и сообщениям на учебных и научных конференциях.

Приведём пример одного из заданий. По теме «Философия эпохи Возрождения» приводится следующее высказывание Леонардо да Винчи: «Глаз, называемый окном души, есть главный путь, благодаря которому общее чувство может в наибольшем богатстве и великолепии созерцать бесконечные произведения природы... Разве ты не видишь, что глаз охватывает красоту всего мира?» Далее студентам предлагается не просто ответить на вопросы, но и пояснить свой ответ: 1) Что считает Леонардо главным способом познания? 2) Является ли выбранный Леонардо путь познания философским, научным или, может быть, это иной путь познания? Такой тип задания позволяет преподавателю понять степень сформированной способности анализировать, делать выводы из имеющейся информации, последовательно и непротиворечиво размышлять и рассуждать.

Кроме того, с помощью многообразных ресурсов интернета юноши и девушки придумывают творческие задания типа «узнай философа по изображению и описанию». В докладе рассматривается такой вид учебных заданий.

Особый интерес у студентов, выполняющих задания в интерактивном режиме, вызывает разновидность задач на логическое мышление. К примеру, после просмотра ряда картинок, (в том числе смешных, юмористических), им предлагается обобщить результаты зрительного восприятия и догадаться, к какому понятию определённой учебной темы они относятся. Чтобы облегчить познавательный поиск, название учебной темы указывается. Преподаватель проверяет и оценивает результаты деятельности студентов, используя соответствующие сервисы СДО Moodle.

Акцент на повышении познавательной самостоятельности и творческой активности студентов способствует оптимизации самого процесса обучения. Более того, при высоком уровне организации учебно-познавательная деятельность обучающихся становится существенным фактором их личностного роста и развития.

Библиографический список

1. Виликотская Л.А., Арабчикова Ю.И. Интернет – ресурсная база интерактивного обучения. Интернет как реальность: сборник докладов III Международной научно-практической конференции. Выпуск 3./ Под ред. к.ю.н., доц. А.М. Грибкова, к.ф.н., доц. Л.А. Виликотской. – Рязань: «РИПД «ПервопечатникЪ», 2017. – С. 39-44.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПЕЧАТИ 3D ПРИНТЕРА ДЛЯ СЛОЖНЫХ 3D МОДЕЛЕЙ

А.Р. Гадельшин, Д.С. Салин
Научный руководитель – Лашин В. А.
к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

На сегодняшний день аддитивные технологии занимают всё более важное значение в машиностроении, медицине и авиастроении. Данные технологии появились на рынке относительно недавно, но в динамике развития опережают остальные отрасли производства. Для оценки параметров 3D

принтера выбрана модель Prusa i3, так как данная модель популярна на рынке и ее стоимость относительно невелика.

Для печати на принтере необходима 3D модель объекта. Данная модель нарезается на слои и для неё формируется G-code, который используется для управления механикой принтера.

Качество печати зависит от множества параметров, основные из них - температура стола, температура окружающей среды, высота слоя печати, температура экструдера (печатающей головки), скорость подачи пластиковой нити. Эти параметры необходимо определять эмпирическим методом.

Для оценки параметров в КОМПАС 3D была создана модель гребного винта [1]. Данная модель печаталась на 3D принтере 32 раза с разными параметрами. В полученной выборке факторами были высота слоя печати, температура экструдера, скорость подачи, время печати, а откликом количество бракованных слоёв.

Анализ данных выполнялся в программе STATISTICA [2,3]. В результате регрессионного анализа установлена суммарная регрессия рис. 1 и получено уравнение регрессии $Y = -3,3348 - 12,9167 * X1 + 0,324 * X2$.

Regression Summary for Dependent Variable: Кон_бр_слоёв (Da						
R= ,84455061 R²= ,71326573 Adjusted R²= ,69349095						
F(2,29)=36,069 p<,00000 Std.Error of estimate: 2,8221						
N=32	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(29)	p-level
Intercept			-3,3348	2,151031	-1,55031	0,131913
В_слоя	-0,193091	0,099435	-12,9167	6,651643	-1,94188	0,061923
Ск_подачи	0,822181	0,099435	0,3240	0,039182	8,26850	0,000000

Рис. 1 – Суммарная регрессия

Полученная математическая модель описывает выборку приблизительно на 71%. По результатам эксперимента было установлено, что качество печати не зависит от температуры печатающей головки, а зависит от высоты слоя и, в большей степени, от скорости подачи нити. По модели были найдены параметры, при которых количество бракованных слоев минимально. Проверка адекватности модели осуществлялась печатью объекта на параметрах неиспользуемых при выборке. Предсказанное количество бракованных на рис. 2 равно 6, на практике количество слоёв составило 5, что входит в диапазон предсказанных слоёв от 5 до 7.

Predicting Values for (Dannie3D) variable: Кон_бр_слоёв			
Variable	B-Weight	Value	B-Weight * Value
В_слоя	-12,9167	0,15000	-1,93750
Ск_подачи	0,3240	35,00000	11,33916
Intercept			-3,33476
Predicted			6,06689
-95,0%CL			4,75498
+95,0%CL			7,37881

Рис. 2 – Предсказанное значение

Выполненный анализ позволяет распространить полученные данные и на другие сложные 3D модели, которые имеют сферическую форму, форму спирали и любые другие скруглённые поверхности сложной формы.

Качество полученного объекта очень важно, так как если в дальнейшем объект будет применяться для изготовления формы под отливку, то полученная заготовка после литья потребует минимальной обработки, что сэкономит предприятию энергетические и финансовые ресурсы[4].

Полученная математическая модель позволяет найти параметры печати, которые обеспечивают наивысшее качество получаемого объекта. Современные аддитивные технологии — это симбиоз цифровых, физических и математических моделей.

Библиографический список

1. Ганин Н. Б. Проектирование и прочностной расчет в системе КОМПАС-3D V13. – М: АРК, 2011. - 302с.
2. Салин В.Н., Кудряшова С.И. Система национальных счетов: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 272 с.
3. Статистика: Учеб. пособие / Багат А.В., Конкина М.М., Симчера В.М. и др.; Под ред. В.М. Симчеры. – М.: Финансы и статистика, 2009. – 368 с.
4. Никифоров, А.Д. Современные проблемы науки в области технологии машиностроения. / А.Д. Никифоров. - М.: Высшая школа, 2006. - 392 с.

РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МАРШРУТНО-ОПЕРАЦИОННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «ТЕЛО ВРАЩЕНИЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «T-FLEX ТЕХНОЛОГИЯ»

П.О. Михайлин, А.А.Ярославцев
Научный руководитель - Миловзоров О.В.

к.т.н., доц.

Рязанский Государственный Радиотехнический Университет

Автоматизированное проектирование изделий машиностроения на сегодняшний день является одним из факторов, влияющих на повышения качества проектных работ. Это позволяет проигрывать варианты всех возможных решений для достижения конечного оптимального результата, кроме того она позволяет выявлять и устранять возможные ошибки, сокращая тем самым сроки для получения готовой продукции.

Для решений задач по автоматизированному проектированию изделий находят свое применение САПР системы, такие как: КОМПАС-Автопроект, Вертикаль, TechCARD, СПРУТ Технология, ADEM CAPP и T-Flex Технология. Каждая система имеет свои положительные и отрицательные стороны. Все вышеперечисленные системы, в отличии от T-Flex Технология, поставляются заказчику в готовом виде с жестко заданной логикой и адаптацию программного комплекса под конкретные нужды предприятия не допускают. Однако отличительной особенностью T-Flex Технологии является содержание в своем инструментарии гибких средств адаптации к любому типу машиностроительного производства. Эта система постоянно модернизируется, имея большой запас возможностей. Немало важно отметить быстрдействие и простоту в освоении данного продукта.

В данной работе используется система «T-Flex Технология», с помощью которой необходимо создать параметрический маршрутно-операционный

технологического процесс для деталей типа «Тело вращения». За основу взята деталь «Гидроцилиндр», являющийся частью узла пресса ПТ1200М для изготовления поковок. На рисунке 1 показан внешний вид гидроцилиндра. Как уже было сказано ранее «T-Flex Технология», имеет большой инструментарий и гибкость в использовании, поэтому создание параметрической модели не занимает много времени. Конструктивно деталь «Гидроцилиндр» имеет достаточно много обрабатываемых поверхностей. Поэтому, чем сложнее деталь, тем лучше рассматривать параметризацию для остальных деталей такого типа.

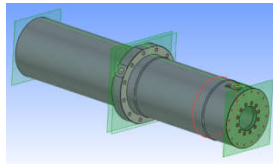


Рис. 1 – Внешний вид гидроцилиндра

Рассмотрим подробнее как осуществляется параметризация в «T-Flex Технологии».

Этап 1 – Создание общего технологического процесса.

При создании текстов переходов и операций используются как готовые, так и созданные заново шаблоны. Шаблоны привязываются к технологическим элементам (ТЭ) – обрабатываемым поверхностям.

Рассмотрим некоторые шаблоны:

1) Шаблон для центрирования группы отверстий: Центровать {K} отв. сверлом диаметром {D} мм [под нарезание резьбы {M}], выдерживая размеры согласно КД.

2) Шаблон для сверления группы отверстий: Сверлить {K} отв. диаметром {D} мм, выдерживая размеры согласно КД.

В данной группе шаблонов используется параметр K для указания количества поверхностей, а ссылка на конструкторскую документацию (КД) позволяет расширить сферу применения шаблонов.

Для сложных обрабатываемых поверхностей приходится вводить дополнительные параметры.

Деталь необходимо разбить на элементарные ТЭ, и в общем технологическом процессе выполнить привязку всех обрабатывающих переходов к соответствующим ТЭ.

В результате всех действий мы создали общий технологический процесс обработки детали «Цилиндр». В системе T-Flex Технология он именуется прототипом.

Этап 2 – Создание конкретного технологического процесса изготовления детали путем ввода данных в соответствующие параметры технологических элементов либо автоматическое проектирование конкретного технологического процесса на базе прототипа (общего технологического процесса) осуществляется на основе информационной модели конкретной детали.

После ввода расчета в технологический процесс осуществляется запуск расчета. При этом осуществляется весь процесс автоматического формирования конкретного ТП. Конкретный технологический процесс содержит все необходимые размерные перемещения и оснащение и является основой

для автоматического формирования комплекта технологической документации в соответствии с выбранной формой выходного документа.

Вывод: Таким образом, используя современную систему автоматизированного проектирования, можно выполнять проектирование маршрутно-операционных технологических процессов, выполняемых на станках с ЧПУ. Это приводит к быстрдействию выполнения новых маршрутно-операционных технологических процессов для деталей типа «Тело вращения», что позволяет сократить срок получения документации.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ПРИВОД СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ

П.Ю. Григорьев

Научный руководитель – Лашин В.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

При проектировании систем автоматического управления нередко возникает необходимость придания рабочему механизму определенного положения в пространстве. К таким системам можно отнести и системы слежения, в которых положение рабочего механизма изменяется в зависимости от перемещений некоторого объекта.

Основной составляющей системы слежения является привод, непосредственно совершающий перемещение. В докладе рассматриваются общие принципы построения программируемого привода, а также возможности его практической реализации.

В рассматриваемом приводе обеспечивается перемещение рабочего механизма в горизонтальной и вертикальной плоскостях, для чего используются два различных двигателя с различными схемами управления.

Движение в горизонтальной плоскости обеспечивает зарекомендовавшая себя структура частотно-регулируемого привода, включающая трехфазный асинхронный двигатель, преобразователь частоты, контроллер, а также редуктор для передачи вращения непосредственно на платформу.

Управление положением платформы производится в соответствии с классической структурой замкнутой системы автоматического управления, которая подразумевает наличие датчика обратной связи. Для обеспечения высокой точности и энергонезависимости показаний, в качестве датчика положения целесообразно использовать абсолютный энкодер с параллельным выходом. Однако, в данной работе по объективным причинам использование такого датчика невозможно. В виду этого для первоначального запуска привода был сконструирован простейший потенциометрический датчик, содержащий нихромовую обмотку, перекрывающую угол в 180 градусов, и две щетки. За счет использования двух щеток обеспечивается полное перекрытие диапазона в 360 градусов. Характеристики отдельных щеток суммируются, а также согласуются по уровню и наклону с помощью схемы преобразования. Полученная характеристика обладает незначительными нелинейностями, которые могут быть устранены программно.

Для вертикальных перемещений используется шаговый электродвигатель. Систему управления таким двигателем можно разделить на две части: силовую и логическую.

Силовая часть призвана осуществлять изменение направления тока в обмотках двигателя. Для решения этой задачи была выбрана интегральная микросхема, объединяющая в малом корпусе два полных транзисторных моста; входную логику, обеспечивающую переключение направления и величины тока; систему ШИМ-стабилизации тока; а также систему контроля рабочей температуры.

Логическая часть построена на стандартных микросхемах серий ТТЛ и КМОП. При анализе требуемых управляющих сигналов была выявлена закономерность их изменения, идентичная закономерности изменения значений разрядов двоичных чисел. Найденная зависимость позволила в основе логической части использовать двоичный реверсивный счетчик. В этом случае изменение направления вращения двигателя осуществляется переключением направления счета, а изменение скорости – изменением частоты счетных импульсов. Для обеспечения возможности плавного изменения скорости вращения с контроллера построен генератор импульсов, управляемый напряжением.

Структура управления положением механизма в вертикальной плоскости аналогична описанной ранее. Так как контролируемый угол составляет теперь 90 градусов, то в качестве датчика используется обычный потенциометр.

В качестве устройства, управляющего всем оборудованием, выбран модульный программируемый логический контроллер. Он состоит из центрального процессора и ряда входных и выходных модулей: дискретных и аналоговых.

Программирование контроллера может производиться на пяти языках разного уровня, что предоставляет широкие возможности для разработки программ. Алгоритм, реализуемый контроллером, заключается в сравнении уставок с текущими координатами механизма и выработке соответствующих управляющих сигналов. Кроме того, контроллер позволяет программно улучшить точностные характеристики привода, линеаризуя характеристику датчика.

При подключении рассмотренного привода к источнику сигналов о положении интересующего объекта, будет получена система, способная осуществлять слежение.

ИЗМЕРЕНИЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

П.Ю. Ломов, А.А. Григоренко

Научный руководитель – Миловзоров О.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Контроль качества изделия на производстве – это одна из основных задач производства изделий машиностроения. На современном предприятии для контроля размеров изделия применяют координатно-измерительную машину.

В машиностроительном производстве широко изготавливают сложнопрофильные детали: лопасти турбин, клапана газораспределительного механизма и т.д. На предприятиях, где используют координатно-измерительные машины, экономят средства на проектирование, изготовле-

ние и контроле. Кроме того, применение координатно-измерительных машин позволяет повысить точность изготовления сложнопрофильных деталей. Весь процесс изготавливаемых изделий должен быть так же задокументирован.

Операции контроля назначаются технологическим отделом.

В работе рассмотрена координатно-измерительная машина CONTURA G2. Использование данного типа машин, позволяет автоматизировать весь технологический процесс сложнопрофильных деталей.

Библиографический список

1. Ловыгин А.А., Васильев А.В., Кривцов С.Ю., «Современный станок с ЧПУ и CAD_CAM», Москва, 2006.г.
2. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М., «Системы числового программного управления», Москва, 2005.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ СОЕДИНИТЕЛЬНОГО ШВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТРУБ РАЗЛИЧНЫХ ДИАМЕТРОВ

Д.С. Салин, А.Р. Гадельшин

Научный руководитель – Сеницын И.Е.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время использование труб является неотъемлемой частью любого предприятия. Одной из основных сфер применения труб – нефтяная и газоперерабатывающая промышленность.

На сегодняшний день сильно возросла потребность в массовом производстве труб, но на многих предприятиях необходимы трубы из не унифицированного ряда, типы размеров которые не предусмотрены ГОСТом, но имеющие высокое качество и точность размеров изделия. Возникает вопрос по созданию широкого спектра изделий, выпускаемых на предприятии

Наиболее быстрым и экономически выгодным методом получения труб различного диаметра является способ штамповки. Он заключается в формировании трубы за счет давления штампа на металлический лист. Готовая форма получается за несколько стадий штамповки. После извлечения трубной заготовки из пресса, необходимо доработать ее, заварив получившийся стыковой шов.

Для повышения качества шва и увеличения быстродействия процесса сварки, следует использовать автоматическое сварочное устройство на основе аппарата лазерной сварки.

Данное устройство должно содержать:

- механизм фиксации заготовки трубы, с помощью которого необходимо удерживать изделие во время сварки;
- устройство сведения свариваемых краев, до необходимого расстояния технологии сварки;
- устройство автоматической лазерной сварки, способный перемещаться вдоль сварного шва, выполнять функцию сварки и отсылать данные на пульт управления системой;

- устройство контроля положения сварного шва;
- пульт управления, выполняющий:

запуск, остановку системы, регулировку узлов устройства исходя из габаритов трубы, прием данных.

Каждый элемент устройства должен регулироваться под заданный тип размера (диаметр, длина) в заданных пределах (исходя из габаритов устройства автоматической сварки).

В настоящее время прорабатывается конструкция 3D-модели устройства автоматической сварки трубного шва в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D.

Библиографический список

1. Пашкевич М.Ф. Технология машиностроения. – М.: Новое издании 2008.
2. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения. – Л.: Машиностроение 2005.

СПОСОБ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО СРЕДСТВА

Н.Н. Власов

Научный руководитель – Белов В. В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящем докладе указан инструментарий для решения проблемы ускорения разработки учебно тренировочных средств и выделены основные модули, использованные при создании программного обеспечения важной составляющей тренажера для подготовки экипажей пусковой установки 9П78-1-Э экспортного варианта комплекса «Искандер-Э».

Комплекс разработан в Коломенском КБ Машиностроения (КБМ).

Разработкой учебно-тренировочных средств (УТС) занимаются организации по всему миру. Доля российских производителей оценивается в 2 %, при этом российский тренажерный рынок сегодня достиг относительной зрелости и продолжает ускоренными темпами проходить путь, уже пройденный нашими западными коллегами. Показателен факт применения УТС: в гражданской авиации значения отношения количества эксплуатируемых самолетов к количеству используемых тренажеров следующие: США – 14,1, Канада – 38,6, Евросоюз – 16,9, Россия – 77,0 [1], а в военной области данные показатели в разы выше.

Объектный подход был использован как наиболее продуктивный и широко используемый. Первый шаг построения модели проектирования заключался в создании архитектуры программного обеспечения тренажера – архитектура программ и данных является целевым результатом выполнения этапа предварительного (эскизного) проектирования.

На следующем этапе детального (рабочего) проектирования были созданы алгоритмы работы элементов тренажера и определены структуры данных, полно атрибутивная модель проверена на соответствие четвертой нормальной форме.

Тренажер состоит из двух основных частей:

имитатор кабины СПУ с размещенными в нем имитаторами штатного оборудования;

аппаратура средств обучения и управления процессом обучения (АСО и УПО) с ПО обеспечивающим управление процессом обучения, контроль и оценку деятельности обучаемых в процессе тренировки.

Анализ опыта в области тренажеростроения [2-3] и сформированное множество элементов модели, позволило разработать обобщенную структуру взаимодействия составных частей тренажера, и выделить основные модули программного обеспечения главной составной части АСО и УПО.

Модуль информационного обмена формирует структуру передаваемой информации и информационные характеристики обмена АСО и УПО и имитатора изделия 9П78-1-Э и рабочим местом инструктора тренажера.

Модуль формирования и контроля текущего цикла обучения выполняет расчетные задачи:

прием данных по текущей задаче от модуля подготовки заданий;

прием данных о положении органов управления аппаратуры ИИ через модуль информационного обмена;

расчет текущего цикла тренажа и формирование текущих данных тренажа для передачи их в модуль интерфейса (ИФ) положения систем и органов управления ИИ, базу данных обучаемых, модуль оценки обучающихся;

прием информации и команд от модуля положения систем и органов управления ИИ в режиме реального времени и их передача на аппаратуру ИИ через модуль информационного обмена и блок имитации внешней боевой обстановки.

Модуль тестирования систем тренажера обеспечивает прием данных по тестированию аппаратуры ИИ через модуль информационного обмена их обработку и формирование информационного сообщения для инструктора.

Модуль оценки обучаемых автоматически рассчитывает оценку выполнения текущей задачи и формирует ее отображение на мониторе инструктора.

Модуль интерфейса положения систем и органов управления ИИ формирует отображение всего потока информационных и расчетных задач в режиме реального времени, также обеспечивает задание инструктором управляющих воздействий расчету в ходе выполнения задачи.

Модуль подготовки задания выполняет расчетные задачи для выдачи их обучаемым, в модуль ИФ подготовки сценария и блок имитации внешней боевой обстановки.

Модуль управления БД позволяет создавать новую базу данных, тем самым старая база переходит в разряд архивных.

Модуль подготовки БД позволяет инструктору быстро наполнить БД.

Модуль поиска обучаемых реализует набор операций поиска нужных данных в БД, которые доступен в любом классе программного обеспечения.

В качестве инструмента моделирования при разработке модели тренажера был выбран язык UML.

Использование UML для представления функциональности, информационного обеспечения и поведения тренажера позволило сократить этап его

проектирования и создания до одного года. Предыдущие аналогичные разработки с совмещением этапов проектирования и программирования занимали не менее трех лет.

Библиографический список

1. Литвиненко А.А. Анализ состояния российского рынка авиационных технических средств обучения // Авиатренажеры, учебные центры и авиаперсонал-2012: IV Междунар.конф. М.: Динамика, 2012. С. 5 – 8.
2. «Искандер-Э» (ОТРК) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kbm.ru/ru/production/otrk/37.html> Режим доступа: свободный.
3. Дозорцев В.М. Современные компьютерные тренажеры для обучения операторов ТП: состояние и направления ближайшего развития // Автоматизация в промышленности. – 2007. –№ 7. – С. 30–36.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

О.В. Дейнега

Научный руководитель Немтинов В.А.

д.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

В докладе рассматриваются вопросы повышения эффективности функционирования доильных установок путем совершенствования структурно-технологических схем молокопроводов на базе счетчиков-эвакуаторов молока

В последние десятилетия, начиная с 1991 года, в молочном скотоводстве наблюдалась тенденция сокращения поголовья коров. В начальный период имело место снижение их продуктивности, а затем постепенный рост. В 2002 году уровень продуктивности коров превысил уровень 1990 года и в настоящее время наблюдается тенденция её повышения. В отдельных регионах он приблизился к 6000 литров на корову в год [2].

В серийных линейных доильных установках, предназначенных для доения коров при привязном содержании, для транспортировки молока в молочное отделение предусмотрено использование подъемных петель молокопровода над кормовыми проездами, что значительно усложняет конструкцию установки и снижает ее надежность [1]. Для устранения этого недостатка В.М. Радоманским была предложена схема с использованием серийных счетчиков-дозаторов АДМ-52.000, устанавливаемых на каждой линии молокопровода, которые помимо основной функции обеспечивали эвакуацию молока в магистральный молокопровод, расположенный над кормовым проездом на высоте 2,8...3,5 метра. Однако такая схема имеет ряд недостатков [7]. Во-первых, с увеличением высоты подъема молока значительно снижается пропускная способность счетчика-дозатора, что ограничивает количество одновременно работающих доильных аппаратов. Во-вторых, при такой компоновке ухудшается режим промывки магистрального молокопровода, что приводит к снижению качества молока [4].

В доильных установках производства НПП «Фемакс» для сбора и транспортировки молока в молочное отделение используются молокоприемники, устанавливаемые внутри коровника - в специальном помещении. Такая компоновка снижает протяженность молочных магистралей, улучшает качество промывки оборудования, но полностью не исключает необходимость применения подъемных петель молокопровода, а в многорядных коровниках требуются дополнительные молокоприемники [6].

Работа установки по такой схеме накладывает очень жесткие требования к пропускной способности счетчиков-эвакуаторов молока. Например, при четырех одновременно работающих доильных аппаратах и средней интенсивности молоковыведения -3 л/мин пропускная способность должна быть не менее 12 л/мин. Серийный счетчик-дозатор АДМ-52.000, установленный по такой схеме обеспечивает пропускную способность не более 6 л/мин [5]. В связи с этим была поставлена задача теоретически установить взаимосвязь пропускной способности счетчика молока с его конструктивно-режимными параметрами и изыскать резервы ее повышения [3]. На первом этапе решалась задача определения расхода жидкости (молока) в фазе опорожнения мерной камеры.

Библиографический список

1. Дейнега А.П. Сб. науч. трудов ГНУ ВИИТиН. Выпуск 9. - Тамбов: ГНУ ВИИТиН, / А.П.Дейнега, В.И.Доровских.-2006. - С. 75-80.
2. Немтинов К.В. Технология автоматизированного синтеза сложных технологических комплексов / К.В. Немтинов, А.К. Ерусланов, В.А. Немтинов // Информационные технологии в проектировании и производстве. -2014.- № 1 (153).- С. 75-83.
3. Немтинов В.А. Автоматизированное проектирование технологических процессов производства изделий машиностроения с учетом оценки фактора профессионального риска для обслуживающего персонала / В.А. Немтинов, Ж.Е. Зимнухова // Вестник машиностроения.-2010.-№ 12.- С. 73-77.
4. Немтинов В.А. Применение теории нечетких множеств и экспертных систем при автоматизированном выборе элемента технической системы / В.А. Немтинов, С.Я.Егоров, П.И.Пахомов // Информационные технологии. - 2009. № 10. - С. 34-38.
5. Зимнухова Ж.Е. О подходе к построению автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений для проектирования процессов производства изделий из металлов / Ж.Е. Зимнухова, В.А. Немтинов // Информационные технологии. - 2008. № 9.- С. 29-34.
6. Малыгин Е.Н. Решение проблемы оптимального синтеза технологических процессов сложных систем / Е.Н. Малыгин, В.А. Немтинов, Ж.Е. Зимнухова, Ю.В. Немтинова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. -2002. Т. 7. № 2. -С. 242-245.
7. Мокрозуб В.Г. О подходе к интеллектуализации информационной поддержки принятия решений при конструировании химического оборудования / В.Г. Мокрозуб, В.А. Немтинов //Химическое и нефтегазовое машиностроение.- 2015. № 7. -С. 31-34.

МЕТОД И АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ТОЧЕК ПРОФИЛЯ НАГРЕТОЙ ПОКОВКИ В ПРОЦЕССЕ КОВКИ

А.В.Нестеров

Научный руководитель – Мусолин А.К.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Лазерная линия, проецируемая на поверхность нагретой поковки, в общем случае имеет поперечное сечение с высокой интенсивностью излучения в центре и убывающей к краям. На форму распределения интенсивности в сечении отраженного излучения оказывают влияние структура поверхности, нагрев объекта и прочие негативные технологические факторы. Следует отметить также, что на практике невозможно получить лазерный луч бесконечно малой ширины. Следствием этого является проблема в определении положения точек на изображении сканирующей линии, соответствующих профилю поковки.

Для решения данной проблемы применяются различные сравнительно быстрые методы, такие как, метод оценки центра масс [1], метод оценки медианы импульса [2], метод аппроксимации функцией гаусса [3].

Наибольшее распространение в системах обработки, работающих в режиме реального времени получил интегральный метод центра масс. Данный метод отлично работает в условия отсутствия помех на изображении лазерного луча. Но, при наличии помех, например, импульсных на бинаризованном изображении нагретой поковки, данный метод определяет центр масс в строке изображения с учетом пикселей, соответствующих помехам, что приводит к смещению точки центра масс от точки действительной оси лазерного луча, соответствующей профилю поковки. Для устранения данного недостатка разработан метод определения точек профиля нагретой поковки на бинаризованном изображении лазерной сканирующей линии по её краевым точкам.



Рис. 1 - Определение точек профиля поковки по краевым точкам на бинаризованном изображении сканирующего лазерного луча

Искомая точка для строки J на рисунке 1 будет находиться из выражения:

$$i_{centr} = i_{start} + \frac{i_{finish} - i_{start}}{2}$$

Условие принадлежности точки левой границе (i_{start}):

$$\begin{cases} I(i,j) = 0 \\ I(i+1,j) > 0 \\ I(i+2,j) > 0 \\ \dots \\ I(i+k,j) > 0 \end{cases} \quad k \in \mathbb{Z}_+.$$

Где I – интенсивность, а коэффициент k определяет минимальную длину связанной области из последовательно расположенных белых пикселей, следующих за черным пикселем. Для правой краевой точки (ifinish):

$$\begin{cases} I(i,j) = 0 \\ I(i-1,j) > 0 \\ I(i-2,j) > 0 \\ \dots \\ I(i-k,j) > 0 \end{cases} \quad k \in \mathbb{Z}_+.$$

Минимальная длина связанной области k выбирается исходя из минимальной ширины изображения луча, и не должна его превышать. Результат применения метода для $k=5$ в сравнении с методом центра масс для различного уровня зашумленности представлен на рисунке 2.

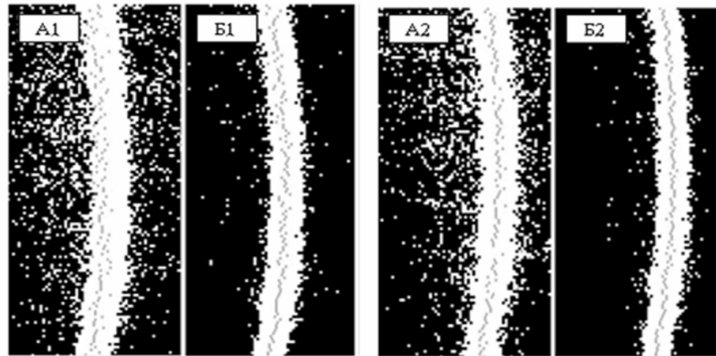


Рис. 2 – A1, B1 – изображения точек профиля поковки при различной степени зашумленности изображения, полученные методом центра масс; A2, B2 – изображения точек профиля поковки, полученные методом краевых точек при уровнях шума, аналогичных A1, B1

Метод в данном виде учитывает возможность наличия помех на изображении – одиночных белых пикселей или связанных групп белых пикселей, не принадлежащих бинаризованному изображению лазерного луча, но находящихся в исследуемых строках изображения.

Библиографический список

1. Потёмкин, Ф. В. Измерение пространственных характеристик лазерного пучка [Электронный ресурс] / Ф. В. Потёмкин, П. М. Михеев. Потёмкин, Ф. В. Измерение пространственных характеристик лазерного пучка / Ф. В. Потёмкин, П. М. Михеев // Измерения и автоматизация 2006 : тр. конференции. – М.: МГУ им. М.В.Ломоносова, 2006. – С. 68-73. – Режим доступа : <http://www.automationlabs.ru/images/Thesises/laser%20beam.pdf>
2. Пальчик, О. В. Обработка данных триангуляционного измерителя / О. В. Пальчик, В. Г. Андреев // Цифровая обработка сигналов и ее применения DSPA-2004 : труды VI Международной конференции, Москва, 31 марта

- 2 апреля 2004 г. / Институт проблем управления РАН. – М., 2004. – Т. II. – С. 197-200.

3. Рыжевич, А. А. Лазерный профилометр для определения качества поверхности / А. А. Рыжевич [и др.] // Взаимодействие излучений с твердым телом : материалы 9-ой международной конференции, Беларусь, Минск, 20-22 сентября 2011 г. / БГУ. – Минск, 2011. – С.448-450.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕВАТОРНОГО КОМПЛЕКСА

Е.В. Мананкова

Научный руководитель Немтинов В.А.

д.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

При проектировании промышленных объектов сельскохозяйственного назначения сторонними организациями зачастую не учитывается ряд необходимых условий. Предпосылками данной ситуации являются некорректная или неполная формулировка требований заказчиком и экономия на бюджете проекта [1 – 3].

В ситуации, когда проект уже выполнен подрядчиком, и производительность объекта рассчитана исходя только из максимальной скорости оборудования, но не учтено множество других факторов, реальный максимальный объем производства можно узнать, построив более подробную математическую модель объекта [4 - 6].

В данной работе рассматривается технологическая модель элеваторного комплекса, выполненная для ООО «Тамбовский бекон». Исходя из вычислений разработчиков, элеваторный комплекс будет способен принимать 600 тонн сырья в час. Однако, если учесть время разгрузки автотранспорта, высокий процент влажности сырья (что приведет к повторному его прохождению через зерносушилки) и ограниченный объем промежуточных емкостей, то данная цифра будет отличаться кардинально. Таким образом, максимальный объем готового продукта (подработанного зерна) за уборочный сезон, исходя из данных, приведенных подрядной организацией, возможно определить только с очень низкой точностью.

В связи с этим целью данной работы является выявление максимального объема сырья, которое может принять и обработать проектируемый элеватор за уборочный сезон, путем построения математической модели [7- 8].

Математическая модель учитывает следующие параметры:

- время разгрузки автотранспорта;
- средний объем зерна в одной единице техники;
- скорость (в тоннах в час) и длина конвейеров;
- объем промежуточных и конечных емкостей;
- время очистки зерна;
- время сушки зерна;
- время работы элеватора в сутки;
- число дней поставки зерна (время уборочной).

Главное назначение модели – прогнозирование будущего объема работ по закупке и приемке сырья, прогнозирование максимально возможного объема готовой продукции.

В ходе данной работы была изучена исходная документация проекта и проведены консультации с главным технологом ООО «Тамбовский бекон». Результатом работы является математическая модель функционирования элеватора.

Библиографический список

1. Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике / В.С. Зарубин – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 496 с. 2-е изд.
2. Немтинов, В.А. Модели и алгоритмы информационной системы принятия решений при проектировании объектов по очистке промышленных сточных вод / В.А. Немтинов, С.А. Бубнов, И.И. Овчинников, А.А. Пчелинцева – Вестник Тамбовского государственного технического университета, 2012. Т.18. № 3. – С. 558-562.
3. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В., Пчелинцева А.А., Манаенков А.М. О подходе комплексного использования информационных технологий для исследования химико-технологических объектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2013. № 5 (107). С. 28-33.
4. Немтинова, Ю.В. Имитационная модель принятия решений при управлении вторичными водными ресурсами/ Ю.В. Немтинова, А.Н. Васильев, В.А. Немтинов – сб. Компьютерные измерительные технологии Материалы I Международного симпозиума, 2015. – С. 203-206.
5. Пахомов, П.И. Технология поддержки принятия решений по управлению инженерными коммуникациями / П.И. Пахомов, В.А. Немтинов – М.: - Машиностроение, 2009. – 87 с.
6. Васильев А.Н. Моделирование процессов управления вторичными водными ресурсами промышленного узла/ А.Н. Васильев, В.А. Немтинов – Успехи в химии и химической технологии. 2008. Т.22. № 13 (93).–С. 40-44.
7. Немтинов, К.В. Технология автоматизированного синтеза сложных технологических комплексов / К.В. Немтинов, А.К. Ерусланов, В.А. Немтинов – Информационные технологии в проектировании и производстве. 2014. № 1 (153). – С. 75-83.
8. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / Немтинов В.А., Юханов В.В., Малыгин Е.Н., Карпушкин С.В., Егоров С.Я., Мокрозуб В.Г., Борисенко А.Б., Немтинова Ю.В. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). –С. 321-330.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ МЕБЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СОВРЕМЕННЫХ САПР

О.Ю. Бочаркина

Научный руководитель – Белов В.В.

д.т.н., проф.

Государственный социально-гуманитарный университет

Существующие САПР корпусной мебели реализуют весь жизненный цикл мебельного изделия от подготовки конструкторско-технологической документации до изготовления конечного продукта в заданных технологических условиях. Оценка прочности разрабатываемых мебельных конструкций является одной из важнейших задач проектирования мебели.

САЕ-система, в которой осуществляются подобные расчеты для корпусной мебели, должна давать возможность выполнить статический расчет, расчет на устойчивость, деформационный и экологический расчеты изделий. К сожалению, указанные расчеты реализованы очень в малом количестве программ и не всегда должным образом.

Традиционно выделяют три режима работы изделия, для каждого из которых характерны разные виды нагрузок: типовая или нормальная работа изделия, работа в условиях колебательных нагрузок и работа в условиях перегрузок. При эксплуатации возможны изменения режимов силовых воздействий на изделие и одновременное действие на него нагрузок и напряжений различных режимов.

В результате расчета прочности мебельного изделия получают максимальные значения напряжений в ответственных элементах конструкции. Подлежащим доработке объявляется изделие, у которого хотя бы в одном элементе конструкции полученное максимальное напряжение превысило допустимое значение.

ДСтП и древесина, основные материалы для изготовления мебели, обладают анизотропией, т.е. неодинаковостью физических свойств материалов в различных структурных направлениях. Это обусловлено особенностями их строения. Анизотропию и особенности строения древесины и ДСтП желательно учитывать при проведении прочностных расчетов, чтобы повысить их надежность.

Из-за анизотропии древесины задача расчета прочности имеет повышенную сложность, поэтому методика ее расчета существует только для плоского напряженного состояния. В этом случае используются критерии прочности вместо обычных уравнений.

Теоретические исследования расчетов прочности мебели из ДСтП проводились в ФГБОУ «Московский Государственный Университет Леса». В частности на кафедре сопротивления материалов МГУЛ проводились следующие исследования:

- по совершенствованию контроля качества физико-механических свойств ДСтП и установлению их механических характеристик с учетом неоднородности структуры и анизотропии материала;
- по определению расчетными методами внутренних усилий в типовых конструкциями мебели;
- структурно-механический анализ и установление связи между микро- и макронапряжениями в ДСтП, возникающими при их деформировании;
- экспериментально и теоретически исследована прочность угловых соединений корпусной мебели из ДСтП с крепежными элементами (стяжками) различных конструкций [4].

Расчеты было предложено проводить методом конечных элементов. В результате были установлены показатели прочности для двух типов древесно-стружечных плит и трех расчетных моделей [5]. Авторы статьи [5] выполнили расчет прочности угловых соединений с различными видами стяжек. Но статья не содержит сведений о наличии общего алгоритма, применимого для большинства мебельных изделий и позволяющего с удовлетворительной скоростью и быстротой выполнять расчеты прочности мебельных конструкций с помощью специальной программы или, например,

средствами Microsoft Excel. Требуется отдельный анализ каждого варианта расчета, требующий существенных затрат времени.

Как свидетельствуют обсуждения профессиональных мебельщиков на форуме PROMEBELclub [6], специалисты в своей работе опираются либо на опыт и ГОСТы, либо на теорию сопротивления материалов. Например, предлагалось прочность боковин шкафов и ножек мебели рассчитывать по формулам для расчета центрально нагруженной колонны, а для столешниц и полок пользоваться формулами для балок и консолей. Такой подход допустим, но имеет недостаток – не учитывается анизотропия материалов.

Дополнительную сложность расчетам прочности мебельных конструкций придает отсутствие или значительная неточность некоторых необходимых показателей (например, модулей упругости и сдвига) и существенное различие характеристик ДСтП у разных производителей. Это предъявляет к методу расчета прочности мебельных конструкций требование способности работать с заданными в виде интервалов возможных значений неточными данными.

Из вышеизложенных фактов следует вывод о необходимости развить и обобщить существующие методики расчета прочности мебельных конструкций и интегрировать их в качестве подсистемы в одну из существующих САПР корпусной мебели, либо создать алгоритм, пригодный для работы без специализированного программного обеспечения.

Библиографический список

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения.– М.: МГУЛ, 2001.– 340 с.
2. Соболев Ю.С. Древесина как конструкционный материал. – М.: Лесная промышленность, 1979 – 248 с.
3. Иванов В.А., Клименко В.З. Конструкции из дерева и пластмасс.– Киев: Выща школа, 1983.– 280 с.
4. Лапшин Ю.Г., Тулузаков Д.В., Архипов А.С. Древесно-стружечные плиты как конструкционный материал для корпусной мебели // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2015. №6 С.104–111.
5. Архипов А.С., Лапшин Ю.Г., Тулузаков Д.В. Прочность древесно-стружечных плит в мебельных конструкциях // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2012. №2 С.106–111.
6. Форум профессиональных мебельщиков PROMEBELclub [Интернет-ресурс]. – URL: <http://promebelclub.ru> (дата обращения: 20.02.2017).

Секция 10
Космические информационные технологии

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ ВЗАИМНОЙ ВРЕМЕННОЙ
ЗАДЕРЖКИ OFDM-СИГНАЛОВ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ НА
ОСНОВЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ**

А.А. Виноградов
Научный руководитель – Ершов Р.А.
асс. каф. ИТФИ

**Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского**

Для работы современных спутниковых систем связи одной из наиболее актуальных проблем является решение задачи определения местоположения объекта. Одним из наиболее распространенных методов решения данной задачи является разностно-дальномерный метод, при реализации которого возникает задача оценки взаимных временных задержек между искаженными копиями излученного сигнала, распространяющимися по разным каналам в условиях низкого отношения сигнал/шум (ОСШ). Сигналы с технологией ортогонального частотного мультиплексирования большого количества частотных составляющих (OFDM-модуляция) широко используются в современных системах связи и описываются следующим выражением [1]:

$$S[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} \dot{C}_k \exp[j2\pi nk / N], \quad (1)$$

где N – количество поднесущих, n – индекс временного отсчета, k – индекс поднесущей, \dot{C}_k – комплексный элемент сигнального созвездия, соответствующий передаваемой битовой последовательности.

Для определения взаимной временной задержки OFDM-сигналов предлагается метод, основанный на разбиении широкополосных сигналов на M частотных каналов с последующим применением к сигналам в этих каналах квадратичной фильтрации на основе минимальной дисперсии Кейпона [2-3]. Выходной сигнал данного фильтра записывается следующим образом [3]:

$$y[n] = x^H[n] R_{xx}^{\#}(f_0) x[n], \quad (2)$$

где $R_{xx}^{\#}$ – псевдообратная матрица по отношению к автокорреляционной матрице сигнала с частотой f_0 , равной четверти частоты дискретизации данного сигнала.

После фильтрации для каждой пары узкополосных сигналов необходимо вычислить взаимную корреляционную функцию и усреднить их:

$$R_i = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^N s_1[j] s_2^*[j+i], \quad R[n] = \sum_{i=0}^M |R_i[n]| \quad (3)$$

где символ «*» обозначает комплексное сопряжение, N – количество отсчетов опорного сигнала. Индекс « i » определяет сдвиг между последовательностями s_1 и s_2 , $R[n]$ – n -ый отсчет усредненной ВКФ, $R_i[n]$ – n -ый отсчет ВКФ i -ой пары узкополосных сигналов.

Была получена зависимость выраженности главного максимума от количества обрабатываемых каналов M для метода на основе квадратичной фильтрации. Полученные зависимости представлены на рис. 1. В качестве критерия выраженности был выбран следующий критерий:

$$C = \frac{r_{\max} - r_{\text{mid}}}{\sqrt{\sigma^2}} \quad (4)$$

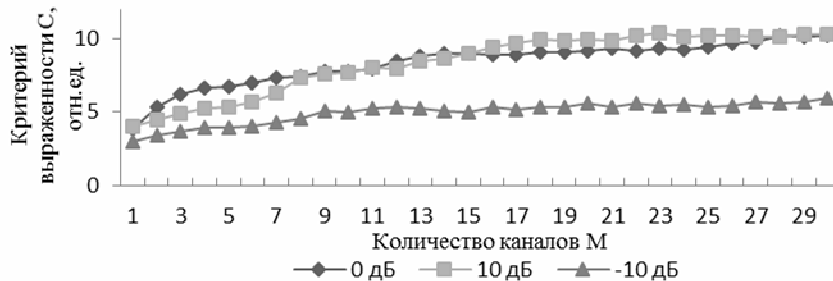


Рис. 1 – Зависимость выраженности главного максимума от количества каналов M

В ходе работы получена зависимость вероятности попадания полученной оценки в доверительный интервал и соответствия критерию Неймана-Пирсона [4]. В данной работе в качестве доверительного интервала выбрана длина одного OFDM-символа. Аналогичная зависимость построена для метода на основе вычисления взаимной функции неопределенности. Полученные зависимости представлены на рис. 2. Можно заметить, что оба метода позволяют получить состоятельную оценку при низких значениях ОСШ.

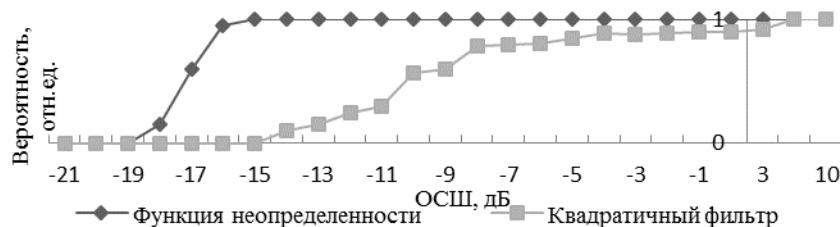


Рис. 2 – Зависимость вероятности попадания полученной оценки в доверительный интервал

Таким образом, установлена эффективность метода в условиях низкого отношения сигнал/шум и наличия в системе связи эффекта Доплера.

Библиографический список

1. Майков, Д.Ю. Алгоритмы оценки параметров символьной и частотной синхронизации в мобильных OFDM-системах радиосвязи. / Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Томск, 2014 – 133с
2. Ершов Р.А., Морозов О.А., Фидельман В.Р. Оценка взаимной временной задержки сигналов с псевдослучайной скачкообразной перестройкой частоты // Известия вузов. Радиофизика. -2015. – Т.58, № 2, С.157.
3. Виноградов А.А., Ершов Р.А. Метод оценки взаимной временной задержки сигналов с OFDM-модуляцией на основе модифицированного подхода минимальной дисперсии Кейпона // Новые информационные техноло-

гии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. – С.319 – 321.

4. Радиотехнические системы: Учеб. для вузов по спец. «Радиотехника» // Под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Высш.шк., 1990. – 496 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ ВЗАИМНОЙ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

И.В. Гринь, Р.А. Ершов

Научный руководитель – Морозов О.А.

д.ф.-м.н., проф.

**Нижегородский государственный национальный
исследовательский университет им. Н.И. Лобачевского**

Актуальным направлением современной радиолокации, радионавигации и связи является разработка пассивных спутниковых многопозиционных систем, функционирующих в условиях априорной неопределенности относительно параметров сигналов. Одним из наиболее распространенных методов пассивной пеленгации является разностно-дальномерный метод, при реализации которого возникает задача оценки взаимных временных задержек (ВВЗ) распространения излученных сигналов, распространяющихся по разным каналам в условиях низкого отношения сигнал/шум [1, 2].

Традиционно задача оценки ВВЗ решается с использованием корреляционных методов. При наличии частотного смещения спектров сигналов вследствие эффекта Доплера, оценка временных задержек производится на основе расчета и анализа взаимной функции неопределенности (ВФН) принимаемых сигналов $s_1(t)$ и $s_2(t)$ [3]:

$$A(\tau, \Delta f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t) \cdot s_2^*(t + \tau) \exp(-j2\pi\Delta f t) dt, \quad (1)$$

при этом положение главного максимума ВФН (1) соответствует временной задержке сигналов и доплеровскому сдвигу, при этом предполагается, что масштабированием спектра вследствие влияния эффекта Доплера можно пренебречь.

В случае, когда сигналы являются широкополосными, величина доплеровского расширения не является пренебрежимо малой величиной, и расчет ВФН (1) не позволяет достоверно оценить ВВЗ сигналов.

Для получения состоятельных оценок ВВЗ предложен алгоритм, основанный на предварительном выделении из принимаемых широкополосных сигналов набора узкополосных каналов и последующем расчете ВФН (1) в данных каналах [4]. Для повышения степени выраженности главного максимума предлагается алгоритм, основанный на усреднении «сечений» ВФН в узкополосных каналах.

В качестве «сечения» ВФН можно рассмотреть набор отсчетов, взятых при фиксированном значении величины сдвига частоты $\Delta f^* = \arg \max_{\tau, \Delta f} |A(\tau, \Delta f)|$, доставляющего максимум модулю ВФН. При этом возможны два варианта

суммирования «сечений» ВФН: суммирование комплексных отсчетов (распределение $CSS(\tau)$) и суммирование модулей отсчетов ВФН (распределение $ISS(\tau)$). Недостатком такого подхода является необходимость полного расчета тела неопределенности (1).

Другой подход, требующий существенно меньших объемов памяти, основан на формировании в качестве «сечений» ВФН наборов максимальных значений по модулю в Фурье-распределении при каждом значении временного сдвига между сигналами. В этом случае, суммируя комплексные отсчеты, получаем распределение $CSMS(\tau)$, в случае суммирования по модулю – распределение $ISMS(\tau)$.

Для предложенных алгоритмов проведено исследование выраженности главных максимумов результирующих распределений. Исследование проводилось для широкополосных OFDM сигналов (ширина спектра – 420 МГц, минимальная частота – 20 МГц, максимальная частота – 440 МГц, количество частотных каналов – 20, отношение сигнал/шум – 5 дБ). Критерий выраженности главного максимума может быть оценен согласно выражению:

$$K = \frac{\max(Q_i) - \langle Q \rangle}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (Q_i - \langle Q \rangle)^2}}, \quad (2)$$

где N – количество отсчетов в сечении, Q – результирующее сечение.

В таблице 1 приведены значения критерия выраженности (6) для результирующих функций, построенных по рассмотренным алгоритмам.

Таблица 1 Значения критерия выраженности K

Используемый алгоритм	Критерий	Используемый алгоритм	Критерий
CSS (5)	21.9±1.5	ISS (6)	26.4±1.6
$CSMS$ (7)	8.0±1.5	$ISMS$ (8)	33.2±1.5

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о целесообразности применения алгоритма усреднения «сечений» в случае анализа множества ВФН с максимумами недостаточной выраженности. Суммирование комплексных отсчетов «сечений» ВФН без учета дополнительной информации о фазе сигналов в выделяемых узкополосных каналах и учета возможных фазовых задержек сигналов при полосовой фильтрации не дает заметного улучшения выраженности корреляционного максимума. Кроме того когерентное суммирование накладывает жесткие требования на точность компенсации частотных сдвигов спектров сигналов.

Библиографический список

1. Гришин, Ю. П. Радиотехнические системы. / Ю.П. Гришин, Ю. М. Казаринов, П. В. Ипатов – М.: Высш. шк., 1990. – 496 с.
2. Stein, S. Algorithms for Ambiguity Function Processing. // IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, 1981. Vol. ASSP-29, No. 3. Pp. 588-599.

3. Гринь, И.В. Определение местоположения источника излучения сверхширокополосных систем связи. / И.В. Гринь, Р.А. Ершов, О.А. Морозов // Системы управления и информационные технологии, 2015. №3(1). С. 18-22.

4. Ершов, Р.А. Метод определения взаимной временной задержки сверхширокополосных сигналов с OFDM-модуляцией. / Р.А. Ершов, О.А. Морозов // Радиотехника и электроника, 2017. Т. 62, №2. С. 139-146.

СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАТРИЧНЫХ ФОТОПРИЁМНЫХ УСТРОЙСТВ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

Д.Е. Ипатов

Научный руководитель – Неизвестный И.Г.

д.ф-м.н., чл.корр. РАН, проф.

Новосибирский государственный технический университет

На сегодняшний день идёт активное развитие фотоприёмных устройств (ФПУ) ИК-диапазона, которые широко применяются, например, в аэрокосмической промышленности при создании спутниковых систем слежения, в современных системах вооружений, в геологии, экологии и т.д.

Поэтому особое внимание уделяется созданию ФПУ ИК-диапазона с высокой чувствительностью в атмосферных окнах в 3-5 и 8-13 мкм. В качестве материала для таких ФПУ в основном применяется соединение кадмий-ртуть-теллур. Основные элементы гибридного ФПУ – матрица фоточувствительных элементов и интегральная микросхема считывания изготавливаются отдельно (ввиду несовместимости технологий), а затем объединяются между собой металлическими столбами методом flip-chip. Полученный прибор работает при криогенных температурах.

С каждым годом всё больше растут требования к характеристикам изготавливаемых ФПУ, в связи с этим разработка универсальных измерительных стендов для матричных ФПУ является важной задачей.

В докладе рассматривается система управления температурой в измерительном стенде для исследования матричных ФПУ при криогенных температурах.

Основное требование к разрабатываемой системе охлаждения предъявлялось к точности удержания температуры от заданной величины (порядка 0.5 К).

Отличительной особенностью стенда является применение элемента Пельтье в качестве основы для управления температурой, что позволило совместно с применением жидкого азота варьировать температуру исследуемого ФПУ в широком интервале температур.

В результате была разработана система охлаждения, которая позволяет варьировать температуру исследуемого элемента в диапазоне от 77 до 150 К, при этом точность удержания температуры составляет 0.1 К.

После установления требуемой температуры начинается процесс характеристики исследуемого ФПУ. Для этой цели был разработан специальный измерительный стенд на основе шасси National Instruments, содержащем многоканальные АЦП и источники сигналов. Разработанное программное обеспечение позволяет в режиме реального времени наблюдать изображение на ФПУ, установленном в стенде, изменять времена интегрирования,

величины протекающих токов через фотодиоды, частоту работы мультиплексора и т.д. Отдельные исследовательские модули позволяют определять основные характеристики, например, NEDT.

Данный стенд был использован для характеристики матричного ФПУ 384x288 с рабочим диапазоном длин волн 8 – 10 мкм. Величина NEDT составила 28 мК, при времени интегрирования в 600 мкс и температуре 80 К.

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СОВМЕЩЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ И ЦИФРОВЫХ КАРТ МЕСТНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В.А. Балакин

Научный руководитель – Таганов А.И.,

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из важнейших задач автоматической обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является задача совмещения данных ДЗЗ с векторными цифровыми картами местности (ЦКМ) для дальнейшего уточнения ЦКМ, визуализации данных ДЗЗ в системах комплексированного видения и для прочих применений.

Для выбора оптимального метода решения данной задачи требуется адекватный механизм оценки качества совмещения, учитывающий самые разнообразие факторы, такие как: шумы различной природы, имеющиеся на спутниковом снимке, влияние облачности, задымленности и прочих факторов, снижающих различимость отдельных объектов, семантическую наполненность снимка и др.. К механизму оценки предъявляются следующие, наиболее важные, требования:

- автоматизация оценки, позволяющая в пакетном режиме тестировать различные методы совмещения данных ДЗЗ и ЦКМ;
- полнота механизма оценки, позволяющая применять оценку для различных природных и погодных характеристик сцены.

Оценку качества совмещения, удовлетворяющую всем перечисленным требованиям, обеспечивает метод, основанный на использовании системы искусственного интеллекта на базе искусственных нейронных сетей (ИНС) прямого распространения без обратных связей [1]. Предлагаемый метод предполагает, в общем случае, выполнение следующих этапов для оценки качества совмещения:

1. предварительная обработка спутникового снимка для устранения шумовой составляющей с помощью ИНС ICA [2];
2. сегментация спутникового снимка с помощью многомерной нейронной карты Кохонена для выделения на нем набора значимых образов;
3. классификация выделенных на предыдущем этапе образов с помощью классификатора, представляющего собой двоичное дерево, составленное из ИНС прямого распространения без обратных связей;
4. сопоставление отдельным объектам на ЦКМ образов, выделенных и классифицированных на спутниковом снимке;
5. расчета среднеквадратичного отклонения центроидов образов и центров соответствующих им объектов на карте.

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований, выполненных при совмещении спутниковых снимков и ЦКМ ряда сцен, к которым относятся:

- области средней полосы России (национальный парк «Мещерский», расположенный в Рязанской области);
- засушливые районы малого Аральского моря.

Экспериментальные исследования показали возможность применения на практике предложенной оценки качества совмещения данных ДЗЗ и ЦКМ.

Библиографический список

1. Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс» - 2006.
2. Акинин М.В., Акинина Н.В., Никифоров М.Б. Нейросетевой способ фильтрации аддитивного шума на изображениях, основанный на применении анализа независимых компонент. // Информационные и телекоммуникационные технологии № 20. - М.: Международная академия наук информатики, информационных процессов и технологий. - 2013. - с. 62 — 65.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

К.И. Немтинова

Научный руководитель Немтинов В.А.

д.т.н., проф.

Тамбовский государственный технический университет

При автоматизации процессов моделирования территории природно-промышленной системы (ППС) [1-3] необходимо решить следующие задачи: выбрать адекватную графическую модель; создать атрибутивное описание объектов модели; выбрать или разработать средства отображения, хранения и редактирования графических и атрибутивных данных; связать в единую интегрированную модель графические объекты и их атрибутивные описания, то есть создать "технологическую" модель ППС; создать средства анализа и обработки данных, представленных в модели; обеспечить ввод визуальных данных в систему, интерпретацию и вывод результатов обработки данных по модели.

Для формирования единого информационного пространства (ЕИП) необходима автоматизированная информационная система (ИС), с помощью которой специалист может принимать оптимальные управленческие решения. ИС – это технологическая система, представляющая совокупность технических, программных и иных средств, объединенных структурно и функционально для обеспечения одного или нескольких видов информационных процессов и предоставления информационных услуг. В состав основных компонентов системы могут быть включены базовые и прикладные программные средства, комплексы, сети и системы, которые возможно объединить в одну структуру для выполнения одной или нескольких функций: сбора, хранения (накопления), обработки (производства), поиска, распространения (распределения, передачи), приема (потребления) информации и предоставления информационных услуг.

С учетом складывающихся мировых тенденций в области создания прикладных ИС предлагается при реализации подхода опираться на следующие современные информационные технологии: ГИС - технологии; базовые технологии Internet; идеологию информационных хранилищ и архитектуру "клиент-сервер"; SQL - ориентированные инструментальные системы (СУБД ORACLE, INFORMIX и т.д.); - CASE - технологии проектирования ИС и баз данных [7].

В качестве базовых информационных систем, используемых для решения задач в масштабе ППС следует выделить географическую информационную систему (ГИС) [1-5]. Эта система обеспечивает хранение и отображение в графической форме объектов, имеющих определенное положение на местности. Для каждого объекта в базе данных хранятся его координаты, размеры, правила отображения, наименование и код для связи с другими базами данных, содержащими дополнительную информацию об объектах. Известно, что в настоящее время 80% принимаемых решений связано с пространственной привязкой к местности. Инструментальная ГИС включает средства создания и редактирования новых тематических слоев, отдельных объектов, выборочной визуализации слоев, измерений и расчетов на модели, средства программирования новых аналитических задач. Решены также проблемы ввода и цифрового кодирования изображений непосредственно от первичного источника визуальных данных, проблемы векторизации растровых изображений, совмещения слоев пространственной модели в единой координатной системе и т.д.

Большинство современных ГИС имеют средства трехмерного моделирования. С их помощью можно выявить и детально рассмотреть все основные черты и особенности взаимодействия и взаимосвязей между компонентами ППС как в пространственном, так и временном разрезах.

При разработке системы поддержки принятия управленческих решений на основе прогнозирования ЧС Тамбовской области в качестве базового программного обеспечения используется ArcGIS корпорации ESRI. Данная система наиболее полно отвечает перечисленным выше требованиям.

Библиографический список

1. Немтинов В.А. Информационный анализ и моделирование объектов природно-промышленной системы. Монография / В.А. Немтинов. Москва, 2005.
2. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / Немтинов В.А., Юханов В.В., Малыгин Е.Н., Карпушкин С.В., Егоров С.Я., Мокрозуб В.Г., Борисенко А.Б., Немтинова Ю.В. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321-330.
3. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В. О подходе к регулированию взаимоотношения между природопользователями // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2004. № 5. С. 143-148
4. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В., Пчелинцева А.А., Манаенков А.М. О подходе комплексного использования информационных технологий для исследования химико-технологических объектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2013. № 5 (107). С. 28-33.

5. Немтинов В.А. Информационные технологии принятия решений по обеспечению экологической безопасности промышленных объектов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2008. Т. 14. № 4. С. 789-795.

6. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В., Зимнухова Ж.Е. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций с использованием информационных технологий // Геоматика. 2014. № 4. С. 84-90.

7. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В. О подходе к созданию системы принятия решений при проведении государственной экологической экспертизы // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2005. № 3. С. 65-74

МНОГОПороГОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЕКОДИРОВАНИЯ

В.Ю. Потапова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для обмена информацией используются различные системы цифровой связи, которые применяются для передачи данных как в проводных, так и в беспроводных каналах связи. Передаваемая информация искажается под действием помех, и всегда существует вероятность ошибочного приема данных [1, 2]. Помехоустойчивое кодирование позволяет снизить уровень ошибок в канале.

В данной работе рассматриваются преимущества применения многопороговых декодеров (МПД), которые представляют собой устройства для декодирования помехоустойчивых кодов.

МПД является развитием порогового декодера Месси и реализует итеративное декодирование. Как метод коррекции ошибок он имеет следующие преимущества перед кодами Рида-Соломона, Витерби, турбокодами, которые применяются в одноканальном декодировании:

способность исправлять большое количество ошибок;

незначительную сложность пороговых процедур декодирования (позволяет декодировать очень длинные коды с линейной от длины сложностью реализации);

свойство алгоритмов почти всегда достигать оптимальных решений при высоких уровнях соотношения сигнал/шум [3].

Основным свойством МПД является его строгая сходимость к решению оптимального (по максимуму правдоподобия) декодера, так как при каждой последующей итерации происходит переход к кодовому слову, которое более правдоподобно, чем кодовое слово, находившееся в МПД в предыдущий момент времени [4]. Это делает МПД применимыми в системах, требующих достоверной передачи данных.

Библиографический список

1. Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, Н.Н. Гринченко, В.К. Столчев Известие Тульского государственного университета. Технические науки. №9-2 «Ал-

горитм построения самоортогональных кодов для многопороговых декодеров» С 179-188. 2013

2. Б.В. Костров, Н.Н. Гринченко, Е.С. Геращенко, В.Ю. Потапова, А.С. Тарасов, А.В. Токарев Известие Тульского государственного университета. Технические науки. №2 «Моделирование канала передачи аэрокосмических изображений с использованием каскадного кода» С. 124-129 2016

3. А.В.Никифорова Применение на практике многопорогового декодирования. [Электронный ресурс] <http://www.mtdbest.iki.rssi.ru/pdf/aticle.pdf> (дата обращения 28.09.2017)

4. Ю.Б. Зубарев, В.В. Золотарёв, Г.В. Овечкин Цифровая обработка сигналов № 1 «Обзор методов помехоустойчивого кодирования с использованием многопороговых алгоритмов» 2008. С. 1-12

СПЕКТРАЛЬНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КАК СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО МАСШТАБИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д.В. Фетисов

Научный руководитель – Колесенков А.Н.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В работе описан способ автоматического масштабирования изображений через спектральное преобразование, которое позволяет создавать пиксели другого цвета относительно исходного пикселя и его окружения, а также заключается в работе с матрицами и операциями над ними [1].

Весь процесс преобразования разбит на несколько стадий. На первом этапе осуществляется получение исходного изображения с дальнейшим его преобразованием в матрицу в градациях серого. Второй этап включает в себя генерацию матрицы Уолша заданного размера [2], состоящую только из значений ± 1 .

$$W_N = (h_{uv}^{(w)})_N = (-1)^{\sum_{i=0}^{n-1} r_i(u)v_i}$$

где W_n – матрица преобразования Уолша порядка N ; u_i и v_i – цифры i -го разряда в двоичном представлении целых чисел u и v соответственно.

Для того, чтобы построить спектр изображения, необходимо перемножить сгенерированную матрицу Уолша на матрицу изображения и на транспонированную матрицу Уолша.

$$S = W_N \cdot C_N \cdot W_N^T$$

Процесс восстановления исходного изображения из спектра осуществляется за счет обратной процедуры перемножения матриц, а степень масштабирования зависит от количества операций в цикле [3].

Анализ эффективности автоматического масштабирования изображения через спектральное преобразование на основании проведенных экспериментов показал, что скорость масштабирования изображения увеличивается при уменьшении размера сетки пикселей. Данный факт показывает преимущество использования спектрального преобразования

Таким образом, для визуализации данных целесообразно использовать автоматическое масштабирование, основанное на спектральном преобра-

зовании, результат которого существенно зависит от параметров данного преобразования. Однако полученные на выходе изображения весьма полезны при интерактивном режиме обработки данных, когда исследователь быстро обнаруживает неоднородности анализируемого объекта для последующего исследования.

Библиографический список

1. Колесенков А.Н., Несова А.В. Алгоритмы сетевого анализа в геоинформационных системах мониторинга чрезвычайных ситуаций // Вопросы науки: Современные технологии и технический прогресс. (Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции). Воронеж: Научно-исследовательские публикации, 2015. С.101-104.

2. Колесенков А.Н., Фетисов Д.В. Математические и алгоритмические основы прямого построения матрицы Уолша для цифровой обработки данных // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-29: сб. трудов XXIX Междунар. науч. конф.: Т.5. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т; Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ); 2016. С. 65-68.

3. Фетисов Д.В., Колесенков А.Н. Спектральный анализ аэрокосмических изображений в системах мониторинга недропользования // Сборник трудов международной научно-технической и научно-методической конференции «Современные технологии в науке и образовании». СТНО-2017 – Рязань, 2017г. – С.160-164.

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ЛАЗЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ

С.А. Давыдов

Научный руководитель – Гусев С.И.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Лазерное излучение является весьма точным приближением к монохроматической волне. Ее пространственный период может служить удобной мерой для контроля размеров материальных тел. Поэтому 1983 году было принято новое определение метра, по которому основой первичного эталона единицы длины стала длина волны стабилизированного лазера на молекулярных переходах йода [1]. Основой первичного эталона единицы длины, реализованного по новому определению, стали стабилизированные лазеры. Развитие таких технологий как производство интегральных схем с микронными и субмикронными размерами, алмазное точение прецизионных зеркал и пр. невозможно без применения лазеров в составе интерферометров.

Поэтому особенно важным является контроль характеристик лазерного излучения. К таковым характеристикам следует отнести следующие:

- длина волны и спектральный состав лазерного излучения;
- мощность лазерного излучения;
- диаметр и расходимость;
- относительная нестабильность мощности и частоты;
- длина временной когерентности и др.

Исследовались характеристики стабилизированного по опорному напряжению амплитуды сигнала мощности лазер гелий-неоновый.

Спектральный состав излучения лазера определялся с помощью сканирующего интерферометра, сигнал с которого подавался на осциллограф. На экране осциллографа наблюдали 1 пик в одном порядке интерференции. Так подтверждался одночастотный режим работы лазера. Измерение мощности производилось с помощью измерителя на основе фотодиода ФД-7, отградуированного по измерителю мощности ИМО-1 на основе теплового эффекта лазерного излучения.

Диаметр луча определялся методом калиброванных диафрагм, уверенно зарекомендовавшим себя надежными результатами измерений. Расходимость определялась с помощью линзы с фокусным расстоянием 1 м и калиброванной диафрагмы. Характеристики стабильности и длины временной когерентности определялись по формулам статистической обработки сигнала. Длина временной когерентности (1) определялась с использованием результатов измерения нестабильности оптической частоты, которое проводилось на установке Angstrom.

$$l_k = \frac{c}{\sigma(\Omega)}, \quad (1)$$

где c – скорость света в м/с,

$\sigma(\Omega)$ – среднеквадратичное отклонение оптической частоты (2) от номинального значения.

$$\sigma(\Omega) = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^n (\Omega_i - \bar{\Omega})^2}, \quad (2)$$

где Ω_i – среднее арифметическое значение частоты биений в i -ой серии из 10 изменений, Гц;

$\bar{\Omega}$ – среднее арифметическое значение частоты биений соответственно за 4 ч;

n – число серий.

Расчет относительной нестабильности частоты:

$$\delta = \frac{1}{v\sqrt{2}} \sigma(\Omega), \quad (3)$$

где v – номинальное значение частоты, равное $4.75 \cdot 10^{14}$ Гц;

Для нахождения нестабильности мощности, полученную зависимость напряжения от времени $U = f(t)$ разбивают на n равных участков. Для каждого участка определяют максимальное U_{max} и минимальные значения напряжения U_{min} . Определяют среднее значение напряжения для каждого участка \bar{U}_i по формуле (4):

$$\bar{U}_i = \frac{U_{i \max} - U_{i \min}}{2} \quad (4)$$

Определяют среднее значение напряжения за время измерения по формуле (5):

$$\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{U}_i}{n} \quad (5)$$

Для каждого участка определяют максимальное отклонение напряжения от среднего значения за время измерения ΔU_{max} по формуле (6):

$$\Delta U_{i,max} = |U_i - \bar{U}|_{max} \quad (6)$$

Затем определяет в процентах относительную нестабильность мощности(7):

$$S_p = \frac{100}{\bar{U}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta U_{i,max}^2}{n-1}} \quad (7)$$

Таким образом, измерения лазерных параметров показало, что лазер имеет следующие основные характеристики: относительная нестабильность оптической частоты- $5,955 \cdot 10^{-8}$; относительная нестабильность мощности **6 %** ; длина временной когерентности - **7,495** метров, удовлетворяющие требованиям потребителя.

Библиографический список

1. Привалов В.Е. Квантовая электроника и новое определение метра. - Л.: Знание, 1987. - 32 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА ПАНА-ТОМПКИНСА ДЛЯ ОБРАБОТКИ НЕСТАЦИОНАРНОГО СИГНАЛА

Е.С. Геращенко

Научный руководитель – Гринченко Н.Н.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Электрокардиографический сигнал (ЭКС) является представителем класса нестационарных сигналов. Нестационарным называется сигнал, частотное наполнение которого меняется во времени. Для обработки таких сигналов существуют различные классы методов. В данной работе рассматривается применение к ЭКС метода Пана-Томпкинса.

Алгоритм Пана-Томпкинса позволяет выделить в ЭКС QRS-комплексы – наиболее выраженные структурные элементы кардиосигнала. Этот метод относится к группе методов цифровой фильтрации. Согласно исследованию [1], они обеспечивают хорошее соотношение простоты реализации и качества результатов.

Согласно работе авторов [2], алгоритм начинает работу с применения к последовательности отсчетов набора линейных фильтров, которые формируют полосовой фильтр с полосой пропускания 5-12 Гц. Далее выполняется дифференцирование сигнала, возведение его в квадрат, которое переводит все значения отсчетов в положительную область, и интегрирование «движущимся окном». После выполнения обработки сигнала выполняется поиск QRS-комплекса, который реализуется с помощью набора значений порогов. Очередной пик сигнала (локальный максимум) сравнивается с порогом, и на основании результата сравнения принимается решение о том, является ли пик значимым или шумом. При поиске учитывается время появления QRS-комплексов. Интервал времени между последовательными комплексами не может быть меньше 0.2 с, что обусловлено физиологическими причинами. Для более точного результата поиск выполняется на

двух наборах данных: сигнал, пропущенный через фильтры, и интегрированный сигнал.

В оригинальном варианте алгоритма выполняется поиск только R-пика QRS-комплекса. В соответствии с работой [3], при реализации алгоритм был дополнен этапом для поиска Q и S-пиков. Они обнаруживаются на исходном сигнале как минимумы в радиусе 0.03-0.05 секунды реального времени от R-пика. Кроме того, по формуле (1), приведенной в работе [4], выполняется поиск границ QRS-комплекса.

$$T_{QRS} = 1.8618T_R + 0.0814945,$$

где T_R – длительность зубца R на уровне 0.1 от его амплитуды.

Эти дополнения к алгоритму Пана-Томпкинса позволяют обнаружить пять характерных точек QRS-комплекса.

В программной реализации была использована упрощенная версия алгоритма, в которой поиск выполняется только на интегрированном сигнале. На рисунке 1 приведено графическое представление ЭКС после обработки алгоритмом с выделенными характерными точками QRS-комплекса.

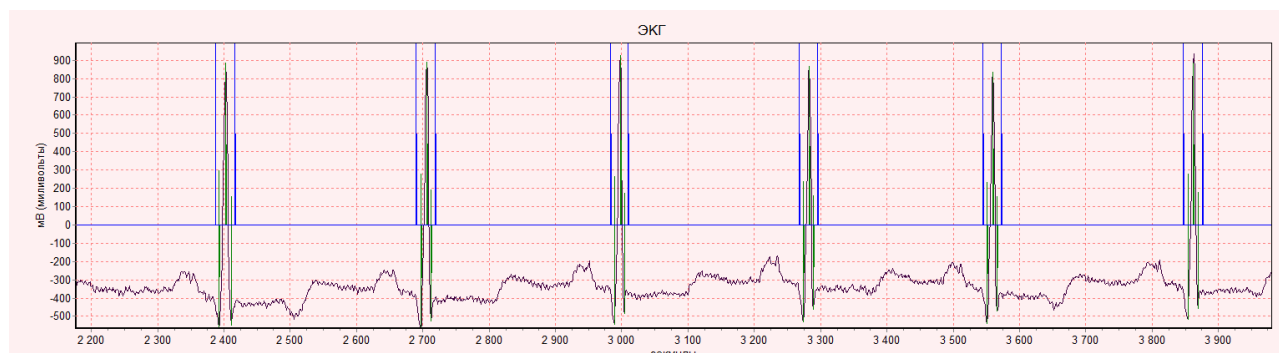


Рис. 1 – Характерные точки ЭКС

Таким образом, алгоритм Пана-Томпкинса позволяет выделить QRS-комплексы в ЭКС, сочетая простоту реализации, высокую скорость работы и достаточную точность результатов.

Библиографический список

1. Рослякова А.В. Сравнительный анализ алгоритмов обнаружения R-зубца электрокардиосигнала [Электронный ресурс] / А.В. Рослякова, П.Г. Чупраков // Экспериментальная медицина и клиническая диагностика. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/sravnitelnyy-analiz-algoritmov-obnaruzheniya-r-zubtsa-elektrokardiosignala>
2. Pan J. A Real-Time QRS Detection Algorithm [Текст]: J. Pan, W.J. Tompkins // IEEE Transaction on biomedical engineering. – 1985. – Vol. BME-32. – № 3. – P. 230-236.
3. Леонова А.В. Модификация алгоритма распознавания QRS-комплексов в реальном времени Пана-Томпкинсона [Электронный ресурс]: А.В. Леонова, А.А. Агейченко // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 2. – URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_179_Leonova.pdf_25504bfd43.pdf

4. Горохов С.Н. Корреляционный метод обработки электрокардиосигнала для построения устройства анализа аритмий [Электронный ресурс]: С.Н. Горохов, Э.Р. Галимзянов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – Август. – URL: <http://research-journal.org/technical/korrelyacionnyj-metod-obrabotki-elektrokar-diosignala-dlya-postroeniya-ustrojstva-analiza-aritmij/>

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

К.Л. Сёмкин, А.И. Косянин

Научный руководитель – Спиркина О.В.
ассистент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Космический проект (КП), как и любой другой проект, включает в себя ресурсные ограничения, планирование, выполнение и контроль. К ресурсам можно отнести финансирование, временной ресурс и качество. Ключевая задача управления – минимизация затрат или их удержание в пределах запланированной суммы. Жесткие ограничения ставятся на динамику временного ресурса – даже если определенные виды деятельности можно сделать короче, срок завершения проекта можно изменить только путем переопределения его целей. Качество – важный фактор для космического проекта в силу сложности самой задачи вывода аппарата в космос. Если космический аппарат или средство выведения окажутся некачественными, то усилия разработчиков и затраты будут не оправданы.

В роли заказчика выступает лицо, или организация, которое принимает результаты работы и обеспечивает финансирование. Потребитель – государственные и частные организации, использующие с разрешения заказчика результаты выполнения целевых задач комплексом и его изделиями в своих интересах, а исполнитель – предприятия или лица, непосредственно реализующие КП. Так, например, международная космическая станция (МКС), являясь результатом проекта государственного заказчика и государственного исполнителя, создавалась совместно 14 странами [1]. МКС выступает своеобразным символом сотрудничества людей в космической отрасли. В процессе реализации этого проекта были использованы новейшие технологии и разработки в области пилотируемой космонавтики как российских, так и американских, и других агентств. Данная комбинация подразумевает системообразующую, инфраструктурную задачу, создает дополнительные рабочие места, работает на престиж, не имея основной задачей коммерциализацию.

Подходы к проектированию разделяют на классический и нетрадиционный.

Классический (каскадный) способ отражает содержит поэтапное проектирование с фиксацией результатов. Проектирование космических аппаратов высокой степени надежности ведется довольно консервативным образом: используются подходы к проектированию космической техники, сформулированные еще в 60-х годах XX века. Во многом именно по причине успешных решений, хорошо показавших себя в прошлом, технология, используемая при создании космического аппарата, не всегда бывает

новой или передовой. Зачастую, команда инженеров приспособливает уже имеющуюся конструкцию под потребности различных миссий [2].

Для управляемости КП разбивается на этапы: инициация; планирование; реализация, мониторинг и управление; завершение [2]. Этап должен заканчиваться измеримым, проверяемым результатом. В конце каждого этапа принимается решение об инициации нового этапа или закрытии проекта.

Главным и необходимым действием является определение цели проекта. Для этого формулируют задачи и имеющиеся ограничения. Цель должна быть четкой и в то же время достаточно общей, чтобы не меняться в процессе конструкторских работ [2]. Задачи, решаемые будущей космической системой, формулируются с учетом технического развития, потребительского спроса. Также необходимо сформулировать список принципиальных участников проекта (инженерная и маркетинговая команды), примерный график работ (КП не должен утратить актуальность). Потенциальные пользователи системы могут качественно указать пожелания, требования, объективные ограничения. После этого на этапе проектирования осуществляется перевод качественных требований к проекту в количественные – требования к бортовым приборам, конструкциям спутников, наземным станциям управления, каналам передачи данных и пр. [3].

К недостаткам классического подхода прежде всего относится длительность выполнения проекта. Но данный подход положительно зарекомендовал себя при выполнении масштабных проектов и используется такими фирмами, как НПО им. С.А. Лавочкина [4], РКК Энергия, Boeing, Orbital Sciences Corporation [5] и другие.

Небольшие малобюджетные проекты проектируются на основании нетрадиционных (параллельно-итерационных) способов. Такие подходы используют парадигмы проектирования из смежных областей, прежде всего – из области информационных технологий. Таким образом, на практике применяются модели использования стандартных и унифицированных спутниковых компонент, итерационные модели разработки спутников [6], модели "целое как части". Общая идея основывается на наборе нескольких групп специалистов, занимающихся проектированием отдельных систем, при этом участвуя на всех этапах: от идеи до летной эксплуатации.

Приверженцами такого подхода выступают в основном частные космические компании: SkyBox, Planet Labs [6], Planetary Resources, СПУТНИКС [7].

Таким образом, космический проект – это целенаправленная деятельность группы разработчиков по созданию уникального конечного космического продукта для нужд потребителей в различных сферах деятельности.

Библиографический список

1. Википедия. Международная космическая станция [Электронный ресурс]: https://ru.wikipedia.org/wiki/Международная_космическая_станция/ (дата обращения — 02.10.2017)
2. Spacecraft Systems Engineering, 4th Edition by P. Fortescue, G. Swinerd, J. Stark., – WILEY, 2011. – 724 p.
3. Куренков, В. И. Методы исследования эффективности ракетно-космических систем. Методические вопросы: учебное пособие. – Самара: СГАУ, 2012. – 201 с.

4. НПО им. С.А. Лавочкина [Электронный ресурс]: <https://www.laspacespace.ru/> (дата обращения — 02.10.2017)

5. Википедия. Orbital Sciences Corporation [Электронный ресурс]: https://ru.wikipedia.org/wiki/Orbital_Sciences_Corporation/ (дата обращения — 02.10.2017)

6. Американская история «ДЗЗ» (SkyBox, Planet Labs) [Электронный ресурс]: <https://geektimes.ru/post/285926/> (дата обращения — 02.10.2017)

7. ООО Спутниковые инновационные космические системы (СПУТНИКС) [Электронный ресурс]: <http://sputnix.ru/> (дата обращения — 02.10.2017)

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ИЗМЕНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА И СПУТНИКОВОЙ ФОТОСЪЕМКИ ПОСРЕДСТВОМ СИМУЛЯТОРА «ОРБИТА»

Д.И. Лбов, К.Д. Конюхов

Научный руководитель – Спиркина О.В.

асс.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается решение задач, обозначенных в работе [1] как нерешенные на студенческом онлайн-соревновании посредством симулятора «Орбита» [2].

Первая задача заключается в переводе космического аппарата (КА) с околоземной круговой орбиты на орбиту типа «Молния» с последующей передачей сообщения между наземными измерительными пунктами (НИП).

Для решения этой задачи предлагается следующий алгоритм: проектирование траектории КА, расчет времени, необходимого для приема и передачи сообщения, написание программы управления спутником для выполнения миссии.

Проектирование траектории заключается в выборе программы движения космического аппарата. Т.к. параметры орбиты «Молния» – высоты точек апогея и перигея, орбитальный период, орбитальные скорости – известны [3], остается необходимым рассчитать силу импульса для разгона КА до скорости, превышающей первую космическую и позволяющую сойти с круговой орбиты. Известные координаты расположения НИП позволяют определить линию апсид, исходя из чего рассчитывается момент осуществления перехода.

На прием и последующую передачу сообщения потребуется время, рассчитанное отношением объема к пропускной способности канала передачи данных.

Используя рассчитанные параметры, на языке Python реализуется программа, управляющая работой двигательной системы, системой стабилизации и ориентации, системой передачи данных.

Решение второй задачи позволяет познакомиться с принципами осуществления дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Спутнику, движущемуся по орбите заданной высоты необходимо сделать снимок объекта, расположенного на Земле с последующей передачей в наземный пункт приема. Критериями оценивания в данной задаче являются разрешение полученного изображения и нормальность ориентации аппарата по отношению к поверхности в момент съемки.

Процесс получения изображения с помощью камеры моделируется следующим образом. Аппарат выравнивается в нади́р, после чего запускается запись с камеры, и поток данных непрерывно поступают в память бортовой вычислительной системы. Запись осуществляется с заданной скоростью, влияющей на качество изображения и заполнение операционной системы.

Библиографический список

1. Д.И. Лбов, К.Д. Конюхов. Решение прикладных орбитальных задач посредством симулятора «Орбита» // 64-я студенческая научно-техническая конференция, г. Рязань, РГРТУ. 2017. С. 62-63.
2. Турнир «Орбита» [Электронный ресурс]: www.orbitagame.ru. (дата обращения: 30.09.2017)
3. Википедия: Орбитальная скорость [Электронный ресурс]: www.ru.wikipedia.org/wiki/Орбитальная_скорость. (дата обращения: 30.09.2017)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ПРИЕМНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ANALOG DEVICES

И.Ш. Недвигина

Научный руководитель – Васильев Е.В.

к.т.н., доц. кафедры РТУ

Рязанский государственный радиотехнический университет

При проектировании радиолокационного приемника была поставлена задача получить максимально возможную чувствительность.

Была построена модель РЧ-тракта приемного устройства в программе ADIsimRF, в которую входят следующие каскады: фильтры на ПАВ, малошумящий усилитель, смеситель и каскады усиления.

В ходе проектирования был произведен выбор и оптимизация интегральных микросхем для каскадов радиоприемного устройства, после чего были получены следующие результаты моделирования:

Input			Analysis		
Number of Stages	6		Output Power (rms)	28,3	dBm
Input Power	0	dBm	Output Voltage (rms)	5,81	Vrms
Analysis Bandwidth	500	MHz	Output Voltage (pp)	51,94	Vpp
PEP-to-RMS Ratio	10	dB	OIP1 dB	14,98	dBm
P1 dB Backoff Warning	10	dB	IIP1 dB	-12,3	dB
Peak Backoff Warning	1	dB	Power Gain	28,3	dB
Min S/N for Demod	10	dB	Voltage Gain	28,3	dB

Noise Figure	10,71	dB	OIP3 (Po/2 per tone)	31,44	dBm
Output NSD	-134,8	dBm/Hz	IIP3 (Pin/2 per tone)	3,1	dBm
Output NSD	40,7	nV/rtHz	IMD (Pin/2 per tone)	-12,3	dB
Output Noise Floor	-47,8	dBm	SFDR	52,8	dB
SNR	76,1	dB	ACLR (est.)	-11	dB
Input Rx Sensitivity	-66,1	dBm	Pwr Consumption	1,11	W

Рис. 1 – Полученные характеристики радиоприемного тракта

Так как поставлена задача добиться повышения чувствительности приемника, а в программе ADIsimRF не учитывались шумы, вносимые гетеро-

дином, было решено промоделировать влияние шумов гетеродина на чувствительность с помощью обычных программ схемотехнического моделирования (на платформе PSpice - MicroCap). Для этого необходимо собрать модель смесителя, подать на него колебание гетеродина с учетом шумов и промоделировать проникновение этих шумов в выходной сигнал смесителя. Произведем расчет шумов СЧ ADF4360-0 при различных его вариантах схемотехнического построения (ширины полосы петлевого фильтра, входного тока операционного усилителя активного петлевого фильтра).

Для моделирования характеристик СЧ существует программа ADIsimPLL, возможности которой позволяют проследить влияние шумов гетеродина на приемное устройство.

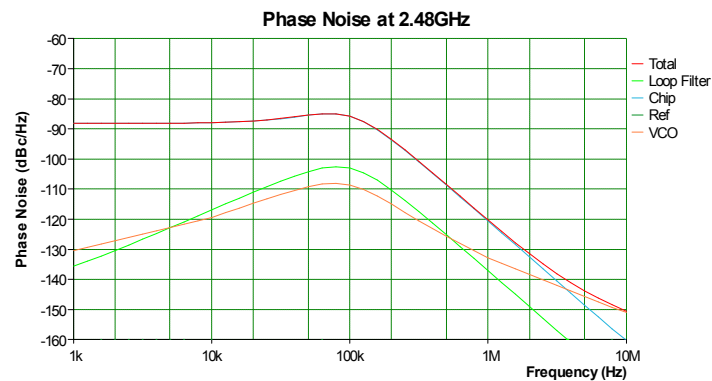


Рис. 2 – Шумовые характеристики

В результате исследования были построены зависимости ширины полосы пропускания петлевого фильтра от SFDR и зависимость SFDR от входного тока операционного усилителя в активном петлевом фильтре.

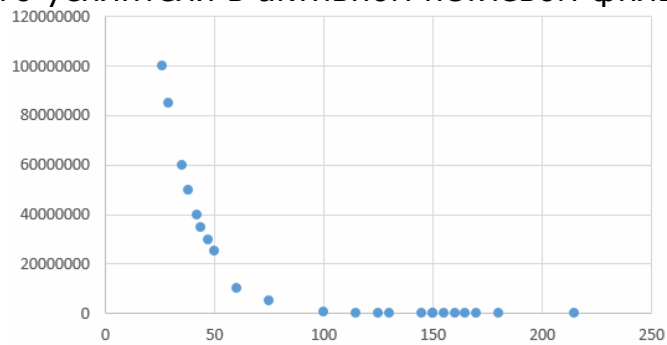


Рис. 3 – Зависимость ширины полосы пропускания петлевого фильтра от SFDR

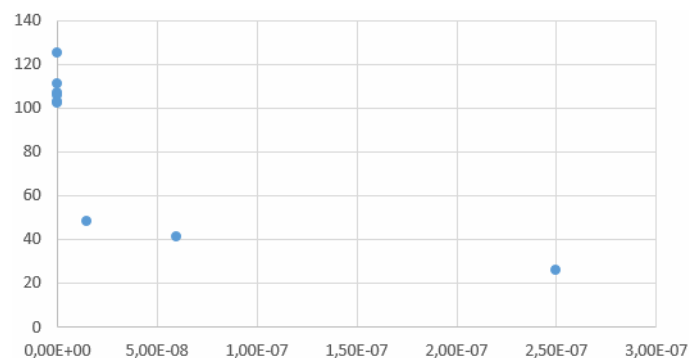


Рис. 4 - Зависимость SFDR от входного тока операционного усилителя в активном петлевом фильтре

Вывод: В данной статье было описано моделирование синтезатора частоты, использующегося в качестве гетеродина радиолокационного приемника, в программе ADIsimPLL, получены шумовые характеристики, которые необходимы для учета шумов гетеродина на чувствительность приемного устройства. В дальнейшем в ходе проектирования радиолокационного приемника полученные данные будут использованы для выбора типа его смесителя и расчета чувствительности.

ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА СПУТНИКОВ В РОЕВОЙ ГРУППИРОВКЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

О.В. Спиркина

Научный руководитель – Гусев С.И.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Спутниковый кластер может быть определен как космическая система, состоящая из множества идентичных, эгалитарных космических аппаратов (КА), взаимодействующих для достижения общей глобальной цели [1,2,3].

Преимущество спутниковой роевой группировки заключается в увеличении срока службы системы на основании многочисленных резервных КА [4,5].

Представляется целесообразным минимизировать сложность каждой из отдельных подсистем полноформатного одиночного спутника. Таким образом, несмотря на избыточное количество КА, за счет сниженной стоимости отдельного аппарата достигается снижение стоимости и самой миссии.

Для уменьшения нагрузки на наземный пункт приема и обработки информации, информационные каналы, большинство решений предлагается принимать в самом кластере, при этом общая цель группировки отражается на цели каждого её элемента. Это кажется противоречием, поскольку увеличение автономности отдельных спутников обычно увеличивает сложность. Тем не менее КА действует в кластере, и поэтому можно предположить, что космический аппарат может быть построен без каких-либо избыточных подсистем, поскольку избыточность уже предусмотрена на глобальном (роевом) уровне.

В докладе рассматриваются правила определения оптимального количества спутников, основанного на их стоимости и производительности, оценивается надежность роевой группировки. Оценка проводится посредством построения цепи Маркова с учетом различных спутниковых конфигураций, изложенных в [6-8].

Библиографический список

1. Verhoeven, C., Bentum, M., Monna, B., Rotteveel, J., and Guo, J. On the origin of satellite swarms. // Acta Astronautica, 68. 2011. Pp. 1392-1395.
2. Engelen, S., Gill, E., and Verhoeven, C. Systems engineering challenges for satellite swarms. // Presented at the Aerospace Conference. 2011.
3. Спиркина О.В. Пространственно-реконфигурируемая радиотехническая система на основе кластера малых космических аппаратов // Мате-

риалы конференции «Новые информационные технологии в научных исследованиях» (НИТ-2016). С. 300-301.

4. Benjamin, J. L., and Paté-Cornell, M. E. Risk chair for concurrent design engineering: satellite swarm illustration. // *Journal of Spacecraft and Rockets*, 41, 1 (2004). Pp.51–59.

5. Paté-Cornell, M. E., Dillon, R. L., and Guikema, S. D. On the limitations of redundancies in the improvement of system reliability. // *Risk Analysis*, 24, 6 (2004). Pp. 1423–1436.

6. Engelen, S., Verhoeven, C., and Bentum, M. OLFAR, a radio telescope based on nano-satellites in moon orbit. // Presented at the 24th Annual American Institute of Aeronautics and Astronautics/Utah State Univ. Conference on Small Satellites, Logan, UT, 2010.

7. Engelen, S., Gill, E., and Verhoeven, C. On the reliability of spacecraft swarms. // Presented at the Small Satellites Systems and Services Symposium 2012, Portoroz, Slovenia, 2012.

8. Prior, M. IMAGE failure review board final report. // Image Review Board, NASA, 2006.

Секция 11
Автоматизация проектирования
в телекоммуникационных системах

**СКРЫТЫЕ РЕЖИМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ СИСТЕМ
ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ**

А. О. Харламова

Научный руководитель – С.С. Мамонов

д.ф.-м.н., проф.

Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина

В работе рассматривается математическая модель системы фазовой автоподстройки (ФАП) с запаздыванием [1–4], описываемая системой дифференциальных уравнений

$$\dot{x} = Ax + b\varphi(\sigma), \quad \dot{\sigma} = c^T x + \rho\varphi(\sigma), \quad (1)$$

где $x, b, c \in R^2$, $\rho > 0$, $\varphi(\sigma)$ – Δ -периодическая функция. Для системы ФАП с запаздыванием решается задача нахождения нескольких квазисинхронных режимов, определяющих режимы фазовой синхронизации. В фазовом пространстве системы режиму синхронизации соответствует устойчивое состояние равновесия. Известно, что учет запаздывания в цепи управления системы ФАП может приводить к нарушению устойчивости состояния равновесия и возникновению около него устойчивого предельного цикла первого рода [4].

Для системы дифференциальных уравнений третьего порядка с цилиндрическим фазовым пространством (1) на основе результатов, полученных в работах [5–7], найдены условия существования предельных циклов первого рода. Рассмотрено влияние запаздывания на формирование скрытых режимов синхронизации в случае существования нескольких предельных циклов. Для системы (1) показан сравнительный анализ полученных квазисинхронных режимов на основе их мультипликаторных характеристик. Разработан алгоритм нахождения неустойчивых предельных циклов и определено значение запаздывания для реализации в системе ФАП скрытых режимов синхронизации.

Полученные результаты позволяют определять условия существования скрытых режимов синхронизации систем фазовой автоподстройки с запаздыванием.

Библиографический список

1. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования. М.: Наука, 1972. 768 с.
2. Леонов Г.А., Буркин И.М., Шепелявый А.И. Частотные методы в теории колебаний. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1992. 368 с.
3. Шалфеев В.Д., Матросов В.В. Нелинейная динамика систем фазовой синхронизации. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2013. 366 с.
4. Бакунов Г. М., Матросов В. В., Шалфеев В. Д. О квазисинхронных режимах в системе фазовой автоподстройки частоты с фильтром второго

порядка при приближенном учете запаздывания // Изв. вузов «ПНД». 2011. Т. 19. № 3. С. 171-178.

5. Мамонов С. С., Харламова А. О. Отделение циклов второго рода системы частотно-фазовой автоподстройки частоты. // Вестник РАЕН. Дифференциальные уравнения. 2015. Т. 15. № 3. С. 97 -102.

6. Мамонов С. С., Харламова А. О. Квазисинхронные режимы фазовой системы // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. № 56. С. 45–51.

7. Мамонов С. С., Харламова А. О. Определение условий существования предельных циклов первого рода систем с цилиндрическим фазовым пространством // Журнал Средневолжского математического общества. 2017. Т.19. №1. С. 67–76.

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА ХАРАКТЕРИСТИК ВЫТЕСНЕНИЯ

Э.Р. Гусамов

Научные руководители - Быкова О. Г. к.т.н., доц.,

Вольф А. А.

к.ф-м.н., доц.

Тюменский индустриальный университет

Современное состояние разработки большинства нефтегазовых месторождений в Западной Сибири характеризуется снижением дебитов скважин, высокой обводненностью, наличием фонда простаивающих скважин и несоответствием обводненности с текущим коэффициентом извлечения нефти. В этой связи актуально применение геолого-технических мероприятий, направленных на увеличение нефтеотдачи. Однако каждое месторождение является уникальным и далеко не всегда примененное мероприятие оказывается эффективным. Поэтому важно произвести оценку влияния методов на объем нефтедобычи. Об эффективности примененного метода может служить количество дополнительно добытой нефти после проведения мероприятия. Для этого на основе добытых до применения мероприятий величин добычи составляют аналитические зависимости между основными технологическими показателями и водонефтяным фактором. После проведения мероприятия вычисляются разности между фактическими величинами добычи и величинами, вычисленными по полученным аналитически зависимостям.

Многолетний опыт использования зависимостей, предложенных различными авторами, показывает, что в каждом отдельном случае следует подбирать конкретный вид зависимости. До сих пор не разработано единой методики позволяющей максимально точно выбирать аналитическую зависимость для каждого отдельного случая. В ряде инструкций и методических указаний выбирают несколько распространенных зависимостей из всего их многообразия и подсчитывают среднее значение прогноза по этим характеристикам [1]. Это зачастую приводит к значительным ошибкам в подсчете эффективности геолого-технических мероприятий. Несмотря на существующие недостатки данной методики прогнозирования технологической эффективности, в настоящее время для оценки эффективности методов увеличения нефтеотдачи такая методика применяется чаще других. А во-

прос обоснования выбора характеристики вытеснения для каждого конкретного случая остается открытым.

Существует ряд статистических инструментов способных оценить адекватность построения модели вытеснения. Среди них критерий Тейла, критерий Фишера, коэффициент корреляции, критерий надежности, корреляционное отношение. В соответствии с рекомендациями [2] ранее была произведена оценка эффективности мероприятия на Барсуковском месторождении [3]. Для оценки адекватности моделей использовался коэффициент несовпадения (U), разработанный Г. Тейлом и рекомендованный А.В. Лотовым и Н.Н. Моисеевым для экономико-математических моделей, вычисляемый по формуле:

$$U = \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^n (F_t - Y_t)^2}}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (F_t)^2 + \sum_{t=1}^n (Y_t)^2}}. \quad (1)$$

Сравнение фактических данных после проведения мероприятий с вычисленными по характеристикам вытеснения позволяет дать оценку эффективности примененного метода повышения нефтеотдачи.

В данной работе рассматривается применение критерия Фишера, более известного в статистике и ориентированного на решение технических задач в противовес критерию Тэйла. Он рассчитывается по соотношению двух дисперсий:

$$F = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{ост}^2}, \quad (2)$$

где σ_y^2 – дисперсия фактических данных относительно средней величины параметра;

$\sigma_{ост}^2$ – остаточная дисперсия – эквивалент средней квадратичной погрешности расчета по уравнению регрессии по сравнению с фактическими данными. Рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{ост}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N-L}, \quad (3)$$

где L – число коэффициентов в уравнении регрессии,

\hat{y}_i – i-ый результат расчета по уравнению регрессии.

Для получения оценки адекватности подобранного уравнения расчетные значения критерия Фишера F сравниваются с табличными значениями $F_{таб}$ – и чем больше величина F по отношению к $F_{таб}$, тем соответственно выше уровень адекватности. А если F ниже $F_{таб}$, то уравнение регрессии не может быть использовано в расчетах, так как является неадекватным.

Все вычисления выполнены в табличном процессоре Microsoft Excel по данным проведения мероприятия на Барсуковском нефтяном месторождении.

Библиографический список

1. Иванова М.М., Тимофеев В.А., Брагин Ю.И., Блинова Л.А. Оценка нефтеотдачи с разной геолого-промысловой характеристикой //Геология нефти и газа, 1980. - № 10. - С. 6-14

2. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Разработка нефтяных месторождений» для подготовки бакалавров направления 131000 «Нефтегазовое дело» профиля «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти» всех форм обучения. – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2013. – 32 с.

3. Гусамов Э.Р., Быкова О.Г. Использование Microsoft Excel при оценке эффективности выравнивания профиля приемистости скважин Барсуковского месторождения. Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2016. XXI Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов. Труды конференции. Рязань, Рязанский государственный радиотехнический университет.- 2016.- С. 138-139.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ РЕГУЛЯТОР УГЛОВЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА СО СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

А.О. Бозванов

Научный руководитель – Бобиков А. И.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Двигатель постоянного тока (ДПТ) это один из основных компонентов системы управления. Однако, несмотря на интенсивные разработки, ДПТ до сих пор обладают нелинейными свойствами. Основные виды нелинейностей рассмотрены в статье [2]. Также нельзя забывать о таком важном источнике нелинейности как трение. Это естественное явление, которое трудно моделировать, так как оно не всегда поддается строгому математическому описанию. Так трение может оказывать существенное влияние на характеристики двигателя, что требует разработки более сложных систем управления (СУ).

Проблема компенсации влияния нелинейностей широко изучается на протяжении долгого времени и существует не мало работ по данной тематике. Например, в статье [1] для настройки параметров ПИД-регулятора предлагается метод характеристического моделирования, основанный на использовании сочетания адаптивного и интегрального законов управления. Однако такой регулятор получен при фиксированном моменте статической нагрузки, что не дает достаточной информации о влиянии трения на работу ДПТ.

В докладе рассматривается проблема интеллектуального управления нелинейной моделью двигателя постоянного тока, которое позволяет добиться от системы управления достаточно точного воспроизведения задающего воздействия, а также ослабить влияние нелинейностей, присущих двигателю. Для уменьшения влияния нелинейностей на работу ДПТ за основу был взят подход, рассмотренный в статье [2]. Для сравнения методов, предложенных в данном докладе, был использован ступенчатый входной сигнал с максимальным значением, равным 12 вольт.

Для оптимизации настройки параметров ПИД-регулятора в докладе предлагается метод с использованием пакета Simulink Response Optimization среды Matlab. В отличие от статьи [1], задача усложняется тем, что момент статической нагрузки неизвестен и лежит в пределах от 0.045 до

0.055. Как видно из рис. 1(а), настроенный таким образом ПИД-регулятор имеет нежелательные колебания, нарушающие работу ДПТ. Поэтому для дальнейшей оптимизации мы используем алгоритм нечеткой самонастройки.

Для проектирования нечеткого самонастраивающегося ПИД-регулятора были выбраны функции принадлежности входных e , se и выходных K_p , K_i и K_d лингвистических переменных (ЛП), сформирована база из 25 правил вида «ЕСЛИ...ТО». Во избежание путаницы в заданиях границ универсума для переменных, в качестве входных и выходных ЛП нами были использованы стандартные универсумы вида $[-1, 1]$. Реакции системы с нечетким самонастраивающимся ПИД-регулятором на ступенчатый входной сигнал представлена на рис. 1(б).

Для повышения качества процесса управления использован алгоритм нейросетевого управления. Для создания модели нейросетевого регулятора в Matlab применен инструмент Neural Network Fitting Tool. Для обучения нейронной сети используется алгоритм обратного распространения ошибки. Целью данного алгоритма является подстройка весов нейронной сети, чтобы приложение некоторого вектора входов приводило к требуемому вектору выходов. Реакция СУ с обученным таким способом нейросетевым регулятором на ступенчатый входной сигнал изображена на рис 1(в).

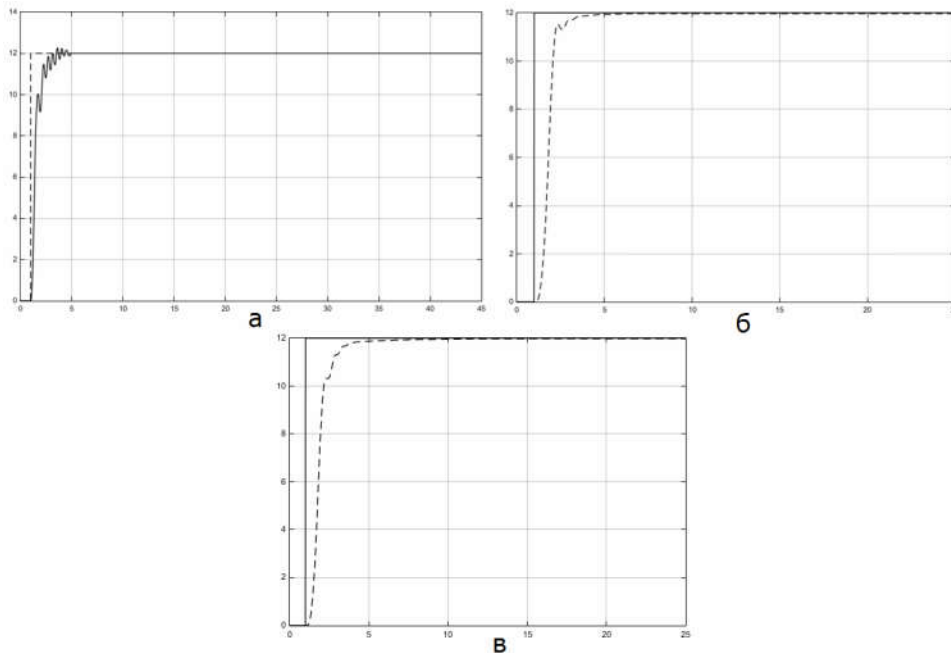


Рис. 1

Полученные результаты, перерегулирование σ и время регулирования t_p , представлены в таблице 1.

Таблица 1

	Simulink Response Optimization	Нечеткий самонастраивающийся ПИД-регулятор	Нейросетевой регулятор
σ , %	1.25	0	0
t_p , с	2.64	3.21	3.0

Как видно по характеристикам переходного процесса ПИД-регулятор, настроенный с помощью нейросети имеет меньшую величину перерегулирования, по сравнению с регулятором, настроенным с помощью Simulink Response Optimization, и времени регулирования, по сравнению с адаптивным регулятором, что повышает качество переходного процесса.

Библиографический список

1. Yifei Wu, Zhihong Wang, Yuanyuan Li, Wei Chen, Renhui Du, and Qingwei Chen: Characteristic Modeling and Control of Servo Systems with Backlash and Friction: - China, 2013.

2. Бобиков А.И., Бозванов А.О. Нейросетевое управление угловым положением двигателя постоянного тока // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. №57.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Л.Д. Размазина, К.А. Сазонова
Научный руководитель – Паршин А.Ю.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В последнее время всё более актуальной становится проблема навигации внутри помещений, а также предоставления посетителям услуг, основанных на их местоположении. Для ее решения применяются радиотехнические методы передачи информации. Одним из них является технология RFID (радиочастотная идентификация) — способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках. В закрытых помещениях наиболее эффективными можно считать RFID-системы средней дальности действия (от 20 см до 5 м). Кроме того, в качестве источников навигационного сигнала можно использовать стационарные ретрансляторы Wi-Fi.

Мобильные устройства, например, навигатор, получают сигнал спутника и определяют свое местоположение в привязке к географическим координатам на основе загруженных в устройство карт местности. С другой стороны, с помощью глобальных систем практически невозможно определить точное местоположение внутри помещения, в подвале или в тоннеле, на точность сигнала могут влиять облачность, магнитные бури и прочие факторы.

Построение системы позиционирования в закрытых помещениях рассмотрено на основе системы RealTrac, которая работает независимо, за счет собственных аппаратных средств. Передача данных происходит по цифровому помехозащищенному радиоканалу. Точки доступа системы установлены таким образом, чтобы обеспечить сплошное покрытие контролируемой зоны. Определение местоположения происходит в режиме реального времени и с точностью до 1 метра.

Основные функции точки доступа – это измерение расстояний от себя до мобильных устройств, входящих в систему RealTrac и передача данных на сервер локации. В качестве данных могут передаваться результаты измерения расстояний, различная системная информация, голосовые сообщения, показания датчиков мобильных устройств и т.д.

Мобильные узлы RealTrac оснащены следующими датчиками: датчик давления, датчик температуры, измеритель уровня входного радио сигнала, трехосевой акселерометр, трехосевой гироскоп, трехосевой магнитометр, датчик RFID.

Таким образом, система RealTrac позволяет определять местоположение людей и объектов в реальном времени, контролировать и анализировать их перемещение внутри зданий и на открытой местности в течение любого промежутка времени. В отличие от глобальных систем позиционирования, построенных на базе GPS и ГЛОНАСС, система локального позиционирования RealTrac с успехом работает внутри помещений и обеспечивает в привязке к плану здания точность локации до 1 метра.

При выполнении исследований предлагается использовать существующие объекты радиотехнической инфраструктуры, в том числе базовые станции сотовой связи, стационарные точки доступа Wi-Fi, а также дополнительно установленные RFID-маяки средней дальности действия и Bluetooth-маяки, для осуществления навигации в закрытых помещениях. Предполагается, что потребителями навигационной информации являются пользователи мобильных телефонов (смартфонов), смарт-часов и водители автомобилей, оснащенных радиотехнической аппаратурой, способной принимать сигналы сотовой связи, Wi-Fi, Bluetooth и RFID.

Предложен алгоритм обработки навигационных сигналов, поступающих на приемное устройство потребителя от различных источников. Рассмотрены пассивные и активные методы работы аппаратуры потребителя. На приемник поступают навигационные сигналы, несущие информацию о положении источника этого сигнала. По величине амплитуды такого сигнала можно сделать вывод о расстоянии от приемника до источника. Имея информацию хотя бы о трех источниках можно с высокой точностью определить свое положение, совместив информацию с предварительно загруженной картой помещения. Цель алгоритма – определить наиболее подходящие источники сигналов для их обработки, а также обеспечить фильтрацию помех и учет искажений при расчете местоположения.

Развивающаяся технология RFID является перспективной, экономически обоснованной, так как позволяет сократить время ввода и обработки информации во много раз быстрее, чем, например, со штрих-кода. На этапе проектирования систем RFID с целью повышения эффективности необходимо учитывать индивидуальные требования к конкретным системам, важнейшими из которых является задачи дальности, быстродействия и надежности передачи данных, электромагнитной совместимости.

Библиографический список

1. Методы спутникового и наземного позиционирования. Перспективы развития технологий обработки сигналов. Под ред. Д. Дардари, Э. Фалетти, М. Луизе. – М.: Техносфера, 2012. – 528 с.

2. Гарри Стокман (Harry Stockman) «Коммуникации посредством отражённого сигнала» (англ. "Communication by Means of Reflected Power") (доклады IRE, стр. 1196—1204, октябрь 1948)

3. Лахари С. RFID. Руководство по внедрению: пер. с англ.— М.: КУДИЦ-ПРЕСС. — 2007. — 321 с.

4. RFID Биометрический паспорт и глобальный контроль. [Электронный ресурс] // Softmixer Сетевой журнал, 2017. URL: <http://www.softmixer.com/2012/01/rfid.html>

5. Технологии позиционирования в реальном времени [Электронный ресурс] // RTLS, 2016. URL: <http://www.rtlsnet.ru/technology/view/4>

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. А. Тришин

Научный руководитель – Буряков А.П.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Сеть обмена данными стала результатом эволюции электронно-вычислительной техники и инфокоммуникационных технологий. Важнейший этап в развитии сетей — появление стандартных сетевых технологий: Ethernet, FDDI, Token Ring.

Объединение технических средств и комплексов формирования, передачи и преобразования данных, образующих определенную структуру, которая функционирует по указанным алгоритмам, обеспечивающим передачу данными в интересах автоматизированной системы управления специального назначения (АСУ СН), представляется система обмена данными (СОД) СН.

Параметры своевременности СОД СН. $T_d = T_{\text{ПЕР.}} + T_{\text{ОБР.}}$ – время доставки.

$F(t) = P_d \{T_d \leq T_{\text{доп.}}\}$ – функция распределения времени доставки. Условия по своевременности доставки задаются в виде ограничений на допустимое время $T_{\text{доп.}}$ и допустимую вероятность $P_{\text{доп.}}$ доставки: $P_d \{T_d \leq T_{\text{доп.}i}\} \geq P_{\text{доп.}i}$.

В программе *Mathcad 14* зададим следующие параметры: $T_{\text{доп.1}} = 3\text{с}$, $T_{\text{доп.2}} = 5\text{с}$, $P_{\text{доп.1}} = 0.8\text{с}$, $P_{\text{доп.2}} = 0.6\text{с}$. Особенности анализа эффективности функционирования СОД СН $F(t_d) = P(t_d \leq t_3 \geq P_{\text{доп.}}$. Задается допустимое значение вероятности $P_{\text{доп.}}$, при которой время, реальное, доставки t_d не превысит заданное время t_3 .

Полученные результаты по исследуемому свойству СОД СН (параметр своевременности).

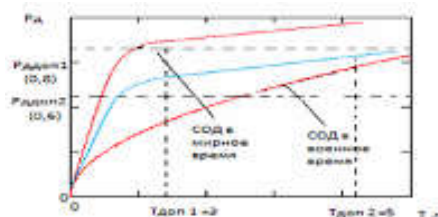


Рис.1. Функция распределения времени доставки информации
в мирное и военное время

Сетевая структура СОД отражает ее геометрическую форму, в зависимости от которой различают следующие типы структур : звездообразная (радиальная); кольцевая; древовидная; решетчатая; сотовая; полносвязная, а также различные комбинации этих типов структур.

Архитектура процессов в СОД. В общем случае под архитектурой (*architecture*, лат.) понимается система, модель, осуществляющие назначение и взаимосвязь компонентов сложного объекта.

ЭМВОС включает описание конкретных уровней: физический, канальный, сетевой, транспортный, сеансовый, представительный, прикладной. Самым верхним является прикладной уровень, который состоит из прикладных логических объектов, взаимодействующих в прикладной среде ВОС. Нижележащие уровни предоставляют услуги, с помощью которых осуществляется взаимосвязь прикладных логических объектов. Эти услуги определяются соответствующими стандартами на услуги, а функционирование уровней определяется стандартами на протоколы ВОС .

Структура дискретного канала связи. ДКС состоит из последовательно включенных УПС передачи, физического канала и УПС приема. Сигналы данных x_i , поступающие на вход канала, преобразуются УПС передачи в сигналы $s_i(t)$ где $t \in (t_i, t_i + T_s)$, t_i – начальный момент формирования, T_s – длительность сигналов, поступающих на вход физического канала. С выхода физического канала соответствующие сигналы $u(t)$ поступают в УПС приема, которое преобразует их в сигналы данных y_i на выходе ДКС для последующей передачи средствами канального уровня.

Физический канал представляет собой взаимосвязь каналообразующих средств и средств коммутации, а также среды распространения. В простейшем случае в качестве физического канала может быть использована физическая линия.

ФК и соответственно ДКС могут быть одноинтервальными (простыми) или многоинтервальными (составными), состоящими из ряда последовательно включенных простых каналов дискретных каналов. При передаче сигналов данных через физическую среду возможно воздействие на них мультикативных $\mu(t)$ и аддитивных $\varepsilon(t)$ помех, которые могут вызвать искажения сигналов.



Рис.2. Структура дискретного канала связи для передачи данных в симплексном режиме

Библиографический список

1. Титов В. С., Аверьянов Е. Г., Ащеулов С. В., Бабич Б. И., Дормидонтов А. А., Зубакин В. В., Калюка В. И., Мишин А. И., Молокович И. А., Мака-

ров М. И., Сазонов В. В. Теоретические основы передачи данных: Уч. пособие. / Под ред. В. С. Титова – СПб.: ВАС, 2013. – 212 с.

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ДАННЫХ ОТ РАЗНОРОДНЫХ СЕНСОРОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ КООРДИНАТ И КУРСА МОБИЛЬНОГО РОБОТА В ПРОСТРАНСТВЕ

Е.С. Шапошникова

Научный руководитель – Цветков И.А.,

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Мобильные робототехнические комплексы (МРТК) традиционно оснащаются значительным числом различных по своим природе и принципу действия датчиков, что обусловлено необходимостью функционирования МРТК в разнообразных условиях.

Набор используемых датчиков естественным образом зависит от типа МРТК и возложенных на него задач. Для мобильного робота, основными задачами которого являются движение к некоторой цели или по некоторой заданной траектории, жизненно важны управление собственным движением, восприятие окружающего пространства, выделение на нем препятствий, оценка собственного положения в пространстве. Точность оценки собственного положения в пространстве необходима как для обхода препятствий, так и для корректного управления движением, позволяющего достичь максимально возможного в данных условиях приближения к целевой точке или исполняемой траектории.

Существует несколько способов навигации МРТК; разделяют навигацию внутри помещения и в уличных условиях. Навигация в уличных условиях, зачастую связанная со спутниковым позиционированием, практически полностью полагается на точность используемого ГНСС-оборудования, которая при использовании технологии Real-Time Kinematic (RTK) может достигать нескольких сантиметров. Однако RTK-системы являются весьма дорогостоящим оборудованием и, что более важно, налагают ряд ограничений на свое использование. В частности, для достижения такой точности RTK-системе требуются условия открытой местности и хорошей радиовидимости между базовой станцией и ровером. В некоторых случаях накладываются ограничения на длину МРТК. Кроме того, ввиду геометрического фактора очень сильно снижается точность RTK-комплексов вблизи зданий, а также деревьев и прочих объектов, мешающих распространению радиосигнала.

Эти недостатки не свойственны системам инерциальной навигации, основанным на гироскопах, магнитометрах и датчиках пройденного пути. Такие системы используются для навигации как независимой, так и в совокупности с ГНСС-системами, что позволяет пользоваться преимуществами всех перечисленных систем. Ключевой задачей для такого комбинирования является определение параметров используемого фильтра или же некоторой группы фильтров. Ввиду движения МРТК и связанными с этим изменениями в работе устройств, влияющих как на качество соответствующих решений, так и на оценку этого качества самим устройством, требуется включение этапа обработки, предваряющего фильтрацию. Основное на-

значение этого этапа - удаление из навигационного решения резких выбросов, которые адаптивные фильтры не способны сгладить без потерь в качестве финального решения.

Решение, объединяющее в себе инерциальную и спутниковую навигацию, становится традиционным для определенного класса устройств, предназначенного, преимущественно, для мобильных платформ. Такие решения хорошо зарекомендовали себя в тех областях, где движение осуществляется по открытой местности – как правило, в морской навигации. Они могут быть применимы и в условиях передвижения по полю – при соблюдении определенных условий, в частности, не приближению к зданиям, лесным массивам и т.д.

Для устойчивой навигации в условиях движения по пересеченной местности необходимо использовать некоторые дублирующие системы; в противном случае, произойдет простой МРТК, связанный с ожиданием устойчивого решения, сформированного используемой навигационной системой. Этого можно избежать при использовании дублирующих систем, в роли которых могут выступать и без того входящие в состав МРТК датчики, такие как, например, лазерные сканеры (лидары) или видеокамеры. При анализе данных, поступающих с таких устройств, возможно выделение сдвига в положении устройства, произошедшего в некоторый промежуток времени, что позволяет судить о его перемещениях.

Стоит отметить, что такие оценки наиболее эффективны в тех условиях применения, где спутниковая навигация испытывает трудности, что позволяет использовать данные устройства в качестве дублирующей системы навигации. Не менее важен и факт наличия этих устройств на МРТК, так как они требуются для решения отличных от навигации, – поиска препятствий, объектов интереса и т.д.

Таким образом, достижение необходимого для автономной навигации МРТК в условиях открытой местности навигационного решения во многих случаях требует дублирующих систем, не опирающихся ни на спутниковую, ни на инерциальную навигацию. Преимуществом этого подхода также является отсутствие необходимости в специальной установке дублирующих систем, так как они уже входят в состав МРТК.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНТРОЛЛЕРОВ OPENFLOW

М.А. Зенина

Научный руководитель – Перепелкин Д.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Программно-конфигурируемые сети (далее ПКС) – это вид компьютерных сетей, который позволяет управлять сетевыми сервисами удаленно от аппаратных коммутаторов и маршрутизаторов и реализуется программно. Основными компонентами ПКС сетей являются коммутаторы, которые обслуживают трафик, передаваемый через сеть, и контроллеры, основной обязанностью которых является управление коммутаторами. Коммутатор и контроллер «общаются» друг с другом посредством протокола OpenFlow. Для реализации однопутевой и многопутевой маршрутизации необходимо

выбрать подходящий контроллер. Современный рынок предоставляет большой выбор контроллеров OpenFlow.

Перечень рассматриваемых контроллеров представлен в таблице 1. Основными критериями для сравнения были выбраны следующие пункты: язык программирования, наличие API – позволяет создавать сетевые приложения для ПКС, поддержка многопоточности, кроссплатформенность, версия протокола OpenFlow.

Таблица 1 – Сравнительный анализ контроллеров OpenFlow

Название	Язык	API	Много- поточность	Кроссплатформенность	Версия OpenFlow
NOX	C++	+	+	Linux(Ubuntu и Debian)	1.0
POX	Python	+	+	Linux, Windows, MacOS	1.0
Ryu	Python	+	+	Linux	Nicira, 1.5
Beacon	Java	+	+	Универсальная	1.0
Floodlight	Java	+	+	Linux, Windows, MacOS	1.4
Open Day Light	Java	+	+	Linux, MacOS	1.3
RUNOS	C++,Qt	+	+	Linux	1.3
OnOS	Java	+	+	Linux	1.3
Maestro	Java	+	+	Универсальная	1.0

Проведенный анализ показал, что существует множество систем, которые поддерживают различные платформы, что предоставляет огромный выбор для реализации поставленных задач. Это обеспечивает возможность удобного перехода к программно-конфигурируемым сетям компаниям, использующим традиционную структуру сети.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТРИКИ МАНХЭТТЕНА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ БЫСТРОГО БЛЕНДИНГА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПАНОРАМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

И.С. Холопов

Рязанский государственный радиотехнический университет

Автоматическое формирование панорамных изображений высокого разрешения по совокупности кадров от камер с как минимум попарно пересекающимися полями зрения является одним из актуальных направлений увеличения рабочего диапазона углов составных (многокамерных) распределенных систем. Совмещение кадров при этом может выполняться как с помощью математического аппарата особых точек и их дескрипторов [1], так и по результатам предварительной фотограмметрической калибровки совокупности камер [2].

Особенностью панорамного изображения являются различия яркости составляющих его секторов, которые вызваны неидентичностью условий экспонирования: например, в случае попадания в поле зрения одной из камер преимущественно ярких объектов (снег, солнечные блики на поверхности водоемов, небо, очаги возгораний), а в поле зрения другой – преимущественно темных, итоговый панорамный кадр представляет собой изображение, составленное из областей с высокой и низкой яркостью. Решить данную проблему позволяет применение процедуры выравнивания перепадов яркости (блендинга) [1].

Реализация упрощенных алгоритмов блендинга, основанных на сглаживании перепадов яркости путем интерполяции (линейной, бикубической либо с применением сигмоидальной функции), предполагает нахождение границ пересечения полей зрения составляющих панораму кадров и их последующее расширение за счет применения морфологической операции дилатации с окном $(2n+1) \times (2n+1)$ пикселей, $n = (0.05...0,1)\max(W, H)$, где W и H – соответственно ширина и высота изображений, составляющих панораму. При программной реализации это приводит к циклу с уровнем вложенности четыре, т.е. имеет асимптотическую временную сложность $O(n^4)$.

Уменьшить уровень вложенности цикла до двух (и, соответственно, асимптотическую временную сложность – до $O(n^2)$) позволяет вычисление расстояния в метрике Манхэттена (частном случае метрики Минковского [3]) от пикселей панорамного изображения, расположенных на границах кадров камер, до всех остальных его пикселей. При этом морфологическая операция дилатации сводится к сравнению манхэттенского расстояния для каждого пикселя с порогом n , что при количестве кадров, составляющих панораму, более двух и $\max(W, H) > 1024$ позволяет уменьшить время вычисления дилатации не менее чем на два порядка.

Библиографический список

1. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications / R. Szeliski. – Berlin: Springer, 2010. – 655 p.
2. Широков Р.И. Увеличение углов поля зрения составной веб-камеры методом склеивания изображений / Р.И. Широков, В.И. Алехнович // Электронный научно-технический журнал «Контенант». – 2014. – № 4. – С. 10-23.
3. Мандель И.Д. Кластерный анализ / И.Д. Мандель. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНИВАНИЯ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ГРАНИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ОСШ

А.В. Сафонова, В.И. Широков

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для эффективного применения современных алгоритмов оценивания угловых координат (УК) источников излучения (ИИ) требуется высокое значение отношения сигнал-шум (ОСШ) на входе системы обработки [1]. Удовлетворить данное требование не всегда возможно, поэтому интерес

представляет сравнительный анализ характеристик алгоритмов оценивания УК ИИ при граничных значениях ОСШ.

В работе представлено моделирование процесса оценки угла прихода сигнала от 2-х ИИ с помощью алгоритмов ROOT-MUSIC, Кейпона и MUSIC при применении линейной эквидистантной фазированной антенной решетки, на частоте 1 ГГц. Усреднение корреляционной матрицы проводилось по 500 отсчетам. Межэлементное расстояние принималось равным 15 см, то есть половине длины волны. Угол отсчитывался от линии, соединяющей элементы антенной решетки.

Одними из ключевых параметров, показывающих эффективную работу современных алгоритмов пространственно-временного анализа являются разрешающая способность по угловым координатам и среднеквадратическое отклонение (СКО) пеленга.

Таблица 1

Алгоритм	ОСШ, дБ	Разрешающая способность, град.	СКО
Кейпона	14,5	34	6,5
MUSIC	8	31	3,2
Root-Music	10	28	2,1

В таблице 1 приведены граничные значения ОСШ, а также значения разрешающей способности и СКО, полученные при данном ОСШ. За граничное значение ОСШ принималось такое, при котором алгоритм остаётся работоспособными, т.е. возможна пеленгация ИИ.

По полученным результатам можно сделать следующие выводы: 1) при приеме двух сигналов из рассмотренных алгоритмов наиболее выгодным в энергетическом смысле является MUSIC, т.к. для обеспечения его работоспособности требуется ОСШ на 2 дБ меньше, чем для алгоритма Root-MUSIC, и на 6,5 дБ меньше по сравнению с алгоритмом Кейпона; 2) наиболее точным является алгоритм Root-MUSIC, его СКО в 1,5 раза меньше, чем СКО алгоритма MUSIC и в 3 раза меньше, чем СКО алгоритма Кейпона; 3) наилучшей разрешающей способностью обладает алгоритм Root-Music.

Библиографический список

1. Защита радиолокационных систем от помех. Состояние и тенденции развития./ под ред. А.И. Канащенкова, В.И. Меркулова. – М.: Радиотехника, 2003. – 416 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СЕГМЕНТАЦИИ

М.А. Зенина

Научный руководитель – Перепелкин Д.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

С использованием программно-конфигурируемых сетей (ПКС) повышается эффективность использования пропускной способности каналов, упрощается работа с сетью и повышается безопасность сети, а так же обеспечивается эффективная маршрутизация. При реализации ПКС используются алгоритмы сегментации, повышающие скорость вычисления маршрута. При

анализе рассматривается сетевая структура, в которой осуществляется маршрутизация и сравнивается с сетью, сегментированной различными алгоритмами.

Возьмем топологию сети состоящую из контроллера, шестнадцати коммутаторов и четырех хостов. Для получения более достоверных данных об эффективности алгоритмов сегментации рассчитаем трудоемкость определения маршрута при использовании алгоритмов. Для поиска минимального пути будем использовать алгоритм Дейкстры. Чтобы дать сравнительную оценку алгоритмов сегментации, необходимо рассчитать трудоемкость поиска маршрутов между каждой парой хостов. Для наглядности все результаты сведем в таблицу.

Таблица 1 – Трудоемкость алгоритмов

Алгоритм сегментации	Трудоемкость алгоритма	Трудоемкость вычисления маршрута						Общая трудоемкость
		h1h2	h1h3	h1h4	h2h3	h2h4	h3h4	
Без сегментации	---	256	256	256	256	256	256	1536
Бинарный	32	41	48	57	41	50	48	317
Жадный	27	59	70	70	70	70	36	402
Гирвана-Ньюмана	256	36	81	81	81	81	36	652

Приведенные исследования показали, что в сегментированной сети в соответствии с предложенными алгоритмами сегментации, расчет оптимальных маршрутов между узлами связи требует меньше вычислительных затрат. «Жадный» алгоритм имеет наименьшую трудоемкость сегментирования. Алгоритм бинарного деления имеет более эффективную структуру сегментации, что дает преимущество при формировании маршрута. Алгоритм Гирвана-Ньюмана разбивает топологию сети наиболее эффективным способом, но при этом имеет высокую трудоемкость по сравнению с другими алгоритмами.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПНЕВМОБЛОКА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ АВИАЦИОННЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

В.П. Трухачев

Научный руководитель – Орешков В.И.

к.т.н., доц.

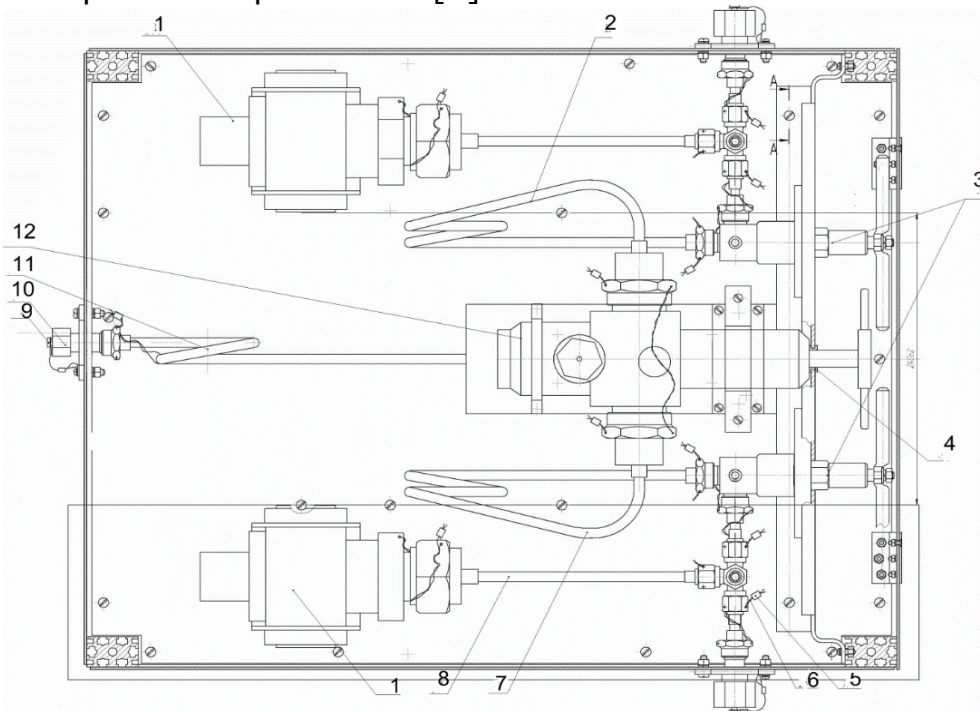
Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из важнейших отраслей современной промышленности является производство военной техники. Развитие современной военной промышленности РФ невозможно без создания новых видов ракет.

Одной из необходимых составных частей ракетного комплекса является транспортно-пусковой контейнер (ТПК). Для проверки герметичности и продувки транспортно-пускового контейнера используется пневмоблок высокого давления (ПВД). Процесс создания ПВД состоит из множества этапов, на каждом из которых решаются основные задачи – достижение на-

дежности, прочности и экономичности устройства. [1] Очевидно, что без достижения соответствующих показателей продукция не может выполнять свое назначение, и затраченные на ее изготовление труд, энергия и сырье расходуются бесполезно.

Реализация устройства на современной элементной базе определяет его высокие технические характеристики. Изделие содержит современные элементы высокой степени интеграции. Их использование уменьшает габариты и вес устройства, что снижает расходы на материалы. Кроме того, аппаратура должна иметь высокий срок службы и быть надежной, что уменьшит долю амортизационных отчислений, сократит расходы на ремонт и убытки от простоев в ремонтах. [2]



Конструкция пневмоблока

1 - Клапан; (2, 7, 8, 11) - трубка; 3 - вентили; 4 - втулка; 5 - пломба; 6 - проволока; 9 - ниппель; 10 - гайка накидная; 12 - редуктор.

Актуальность работы заключается в том, что было найдено новое конструктивное решение изготовления трубопроводов точной длины. [3] В конструкцию пневмоблока был введен участок трубопровода для корректировки длины. Таким участком для корректировки стала спираль в один виток, диаметр которой при сборке можно увеличивать и уменьшать. Такое техническое решение при сборке легко позволяет подогнать геометрию трубопровода под установленные пневмоэлементы и снизить точность допусков на установку элементов. Данное решение позволяет уменьшить трудоемкость сборки на 30% за счет исключения при сборке дополнительной примерки расстановки пневмоэлементов. Следовательно, из технологии сборки исчезает вариант крепление пневмоэлементов «по месту», а значит, для проведения сборки можно использовать персонал более низших разрядов 4-го и 5-го.

Основные проблемы, возникающие при изготовлении данного устройства, следующие:

- Неточная настройка редукторов, предохранительных клапанов входящих в состав пневмоблока. Подобный дефект проявляется на циклических испытаниях из-за неверных действий персонала.

- БНК (базовая несущая конструкция) пневмоблока не позволяет проводить быструю доработку размещения пневматических элементов внутри блока и увеличения габаритов блока без серьезной доработки БНК (сварка, демонтаж, монтаж).

После анализа выявленных проблем было принято техническое решение о введении циклической проверки работоспособности пневматических элементов после настройки на необходимое давление.

Практическая значимость разработки состоит в том, что разработанные предложения по проектированию устройства позволят повысить эффективность и безопасность транспортно-пускового контейнера.

Совершенствование военной авиационной техники позволит не только увеличить обороноспособность нашей страны, но также, несомненно, выгодно в экономическом плане. Это объясняется тем, что торговля вооружением является одной из основных доходных статей в России, и представление на рынке военной продукции более новой и совершенной техники позволит удержать старые и завоевать новые рынки сбыта, оставив конкурентов далеко позади.

Библиографический список

1. Брагин Ю.В., Корольков В.Ф. Путь QFD: Проектирование и производство продукции исходя из ожиданий потребителей, Ярославль: Негосударственное некоммерческое образовательное учреждение «Центр качества», 2005.–240 с.

2. О.А. Горленко, В.В. Мирошников, Н.М. Борбаць. Управление качеством в производственно – технологических системах: Учеб. пособие – Брянск: Издательство Брянского государственного технического университета (БГТУ), 2009.

3. С.В. Крейтер, А.Р. Нестеров, В.В. Данилевский. Основы конструирования и агрегатирования: Учеб. пособие - М.: Издательство стандартов, 2003.

НОРМИРОВАНИЕ ШИРИНЫ ПОЛОС ЧАСТОТ И ВНЕПОЛОСНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

А.В. Звездочкин

Научный руководитель – Егоров А.В.

кандидат техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

В данном докладе рассматриваются основные вопросы нормирования ширины полос частот и внеполосных излучений ЦСП. Нормирование этих параметров является одним из методов обеспечения ЭМС в ЦСП. Данные нормы закреплены и утверждены ГКРЧ, они должны соблюдаться как для функционирующих, так и для разрабатываемых систем [1,2,3].

При расчете нормированного значения необходимой ширины полосы частот необходимо учитывать методы модуляции, соответствующие классу

излучения, к которому относится ЦСП. В простейшем случае для модуляции М-КАМ значение этого параметра можно рассчитать по формуле:

$$B_n = \frac{R}{\log_2 S'} \quad (1)$$

где R – скорость передачи, S – позиционность модуляции [1].

Помимо необходимой, нормируется и контрольная ширина полосы. Как правило, расчет производится на уровне -30 дБ относительно уровня 0 дБ. Для указанного выше вида модуляции формула имеет вид:

$$B_k = 1,2 \cdot B_n. \quad (2)$$

Нормирование внеполосных излучений производится на уровнях $-40, -50, -60$ дБ относительно уровня 0 дБ. Для модуляции М-КАМ значения данного параметра [1]:

$$\begin{aligned} B_{-40} &= 1,3 \cdot B_k, \\ B_{-50} &= 1,7 \cdot B_k, \\ B_{-60} &= 2,2 \cdot B_k. \end{aligned} \quad (3)$$

Для нормирования спектральных характеристик сигналов, соответствующих определенному стандарту, применяются спектральные маски, одна из которых изображена на рисунке 1 [1].

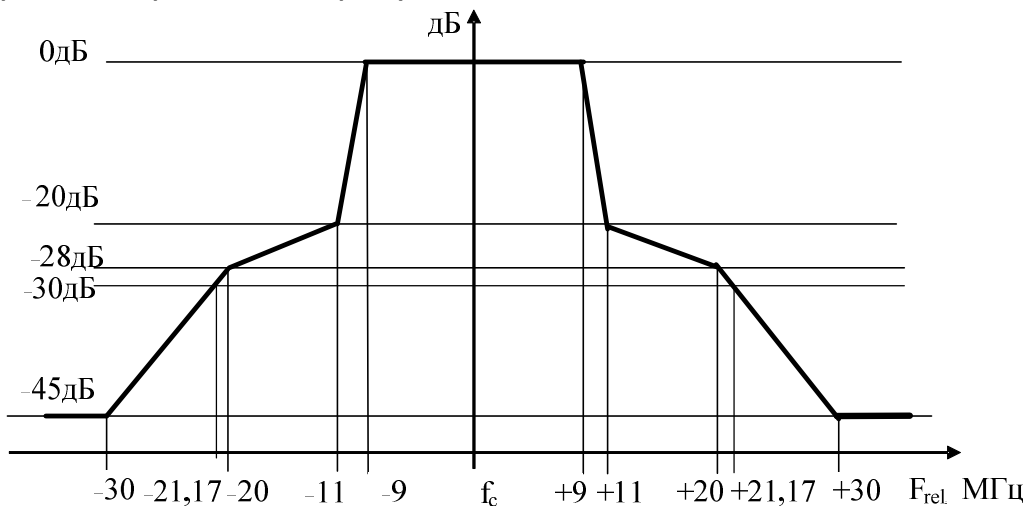


Рис. 1 – Спектральная маска сигнала стандарта 802.11n (М-КАМ)

Библиографический список

1. Нормы 19-13. Нормы на ширину полосы радиочастот и внеполосные излучения радиопередатчиков гражданского применения / ГКРЧ, Москва, 2013.
2. Седелников Ю.Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. Учебное пособие. – Казань. ЗАО «Новое знание», 2006 – 304 с.
3. Егоров А.В. Курс лекций по дисциплине «ЭМС РЭС», Рязань, РГРТУ, 2016.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАДЕНИЯ МЕТЕОРОИДА В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

А.А. Рыбаковская

Научный руководитель - Быкова О.Г.

к.т.н., доц.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский Горный Университет»

Самый наглядный пример использования математических моделей – физика. Все задачи на движение, падение, бросание предмета яркий тому пример. И рассмотрение движения тела как материальной точки с массой усложняется. В модели вводится учет сопротивления воздуха [1], учет непостоянства массы тела [2], нелинейности обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих процесс падения [3].

Наиболее интересным и простым для моделирования является процесс падения тела. Так, например, падение тела в под углом к горизонту с переменной массой математически описывают, как правило, системой обыкновенных дифференциальных уравнений, которые могут быть решены при помощи различных математических пакетов и программ, используя некоторые численные методы. Такая модель в дальнейшем может получить широкое применение на практике.

Известно, что в атмосферу Земли попадает много метеоритов, но количество упавших на Землю незначительно. В данном докладе построена модель падения метеороида, входящего с начальной скоростью в атмосферу Земли под углом к горизонту. Для упрощения процесса моделирования метеороид условно считается состоящим целиком из льда и имеющим шарообразную форму. Также на протяжении всего полета метеорит условно не испытывает нагрузок близких к разрушению и только тает под воздействием тепла.

В рассматриваемой физической задаче фундаментальную роль играет второй закон Ньютона. Математическая модель падения тела следует из уравнения второго закона Ньютона с учетом двух сил, действующих на падающее тело – силы тяжести и силы сопротивления среды. В случае с метеороидом, падающим под углом к горизонту, математической моделью является система дифференциальных уравнений для каждой проекции ускорения.

Производится расчет времени сгорания метеороида в атмосфере и его траектории падения. Решение данной системы дифференциальных уравнений находится с помощью одного из численных методов интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений, так называемого, модифицированного метода Эйлера – метода Эйлера-Коши [4]. Так как метод Эйлера состоит в циклическом применении одной и той же формулы с исходными данными, то его проще всего реализовать в табличном процессоре Microsoft Excel, где и были произведены все расчеты для данной задачи. В нем же выполнено построение траектории падения метеороида. Изменяя в рамках реальных значений входные параметры задачи: скорость, массу, угол и размеры метеороида, были получены различные результаты.

Библиографический список

1. *Быкова О.Г.* Программные продукты в математическом моделировании. Решение дифференциальных уравнений. Задача Коши: Методические указания к лабораторным работам/ - СПб.:СПГГУ, 2016. 50 с.
2. Астронет/Взаимодействие космических тел с атмосферами Земли и планет – режим доступа: <http://www.astronet.ru/db/msg/1171337>
3. *Клочкова И.Ю.* Математическая модель движения парашютиста. Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2016. XXI Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 2016.- С. 77-78
4. *Широкова О.А.* Практикум по компьютерному математическому моделированию. Ч. II: Компьютерное моделирование физических процессов: учебн.-метод. пособие / - Казань: КФУ, 2015. – 85с.
5. Статья: Компьютерные исследования и моделирование движения астероида в атмосфере Земли - М. М. Голомазов. Институт автоматизации проектирования РАН, Россия, г. Москва.
6. Gect.ru Географический информационный проект/Астрономия. Метеориты – режим доступа: <http://www.gect.ru/astronomy/meteorite.html>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ D-VIEW 7 В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Д.М. Евграфов

ООО "Д-Линк Трейд" г. Рязань, ул. Шабулина, д. 16

В целях поддержания работоспособности телекоммуникационной сети критически важна возможность ее оперативного мониторинга и контроля происходящих внутри нее процессов. Решение подобных вопросов на практике наиболее часто осуществляется при помощи систем управления сетью – отдельных приложений или комплексов приложений, позволяющих манипулировать ключевыми устройствами в рамках используемой сетевой топологии. Основными задачами таких систем являются: обнаружение и автоматическое добавление в схему сети нового оборудования, постоянный мониторинг устройств сети и управление их ключевыми параметрами, а также оповещение о происходящих в сети событиях. Внедрение системы управления сетью позволяет, таким образом, получить следующие преимущества:

1. Оптимизация временных затрат на анализ происходящих в сети процессов за счет централизованного сбора информации.
2. Оптимизация процесса управления сетевыми устройствами за счет автоматизации рутинных процессов резервирования текущих конфигураций, обновления программного обеспечения или выполнения однотипных изменений на большом количестве сетевых устройств.
3. Оптимизация материальных затрат за счет сокращения необходимых ресурсов на поддержание работоспособности сети и минимизации времени простоя сети из-за возникших неисправностей.

На рынке представлено большое количество систем управления сетью, как с открытым исходным кодом (Cacti, Nagios, Zabbix), так и с закрытым,

разработанных крупными вендорами сетевого оборудования. Основным плюсом решений, которые предоставляют производители аппаратного обеспечения, является полная поддержка производимых ими моделей оборудования, что существенно облегчает их установку в сети заказчика. D-View 7 является системой управления сетью, разработанной компанией D-Link, которая поддерживает актуальные модели беспроводных точек доступа и коммутаторов вендора.

Программное обеспечение D-View 7 является клиент-серверным решением, серверная часть которого должна быть установлена на компьютер под управлением ОС Windows (версии 7 и выше). Клиенту для доступа к D-View необходим лишь веб-браузер. Для распознавания сетевых устройств платформа использует протокол SNMP: в случае, если обнаруженный коммутатор или беспроводная точка доступа являются моделями компании D-Link, они будут автоматически идентифицированы на основе встроенной базы MIB. В случае обнаружения оборудования стороннего вендора, его потребуется настроить вручную для добавления к мониторингу.

После обнаружения нескольких устройств D-View может автоматически определить (при помощи протокола LLDP и их таблиц коммутации), каким образом они соединены между собой, а затем отобразить эту связь в виде графической топологии, пример которой представлен на рисунке 1.

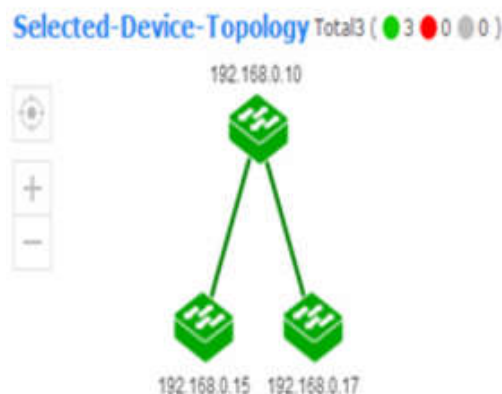


Рис. 1 - Пример простой сетевой топологии в D-View 7

D-View 7 позволяет в автоматическом режиме собирать статистику по загрузке CPU, по использованию памяти и утилизации портов. Все уведомления о системных событиях, генерируемые устройствами в формате протокола Syslog или SNMP Trap, попадают в базу данных D-View. В случае, если такое событие является критическим для работы сети, D-View отметит его особый статус.

Для быстрого конфигурирования нескольких устройств D-View 7 поддерживает возможность удаленного выполнения скриптов в формате интерфейса командной строки (CLI). Если же CLI-интерфейс не реализован в рассматриваемом устройстве, то D-View позволяет перейти к его настройке вручную через веб-интерфейс. Задачи обновления программного обеспечения по расписанию и создания резервных копий конфигураций реализованы при помощи встроенного TFTP сервера.

Для небольшой сети (до 25 коммутаторов или беспроводных точек доступа) D-View является полностью бесплатным решением. В случае, если

количество управляемых системой устройств превышает 25, то для их обнаружения необходимо приобрести лицензию на требуемое количество узлов.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТОВ POE В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

А.Е.Колпаков

ООО "Д-Линк Трейд" г. Рязань, ул. Шабулина, д. 16

Актуальной тенденцией развития сетей передачи данных является уклон в сторону Интернета вещей, Internet of Things или IoT. Сеть, построенная из физических предметов, оснащенных технологиями для взаимодействия друг с другом и обменом информацией, все больше проникает во все сферы нашей жизни. Немаловажным аспектом становится обеспечение питания этих устройств – какие-то из них работают на аккумуляторах, какие-то – от электрической сети, но, с учетом необходимости всем им быть подключенным к локальным сетям, крайне удобным становится вариант питания по витой паре, или Power over Ethernet, PoE. Стандартов IEEE802.3af и IEEE802.3at, которые долгие годы были широко распространены и могли обеспечивать питание устройствам мощностью до 30Вт, сегодня во многих случаях уже недостаточно. К сети с помощью технологии PoE подключают не только привычные IP телефоны или купольные камеры, но и банкоматы, тонкие клиенты, кассовые аппараты, различные контроллеры и многое другое. Все это создало потребность в новом стандарте, который бы описывал возможность питания более мощных устройств, и в новом активном сетевом оборудовании, которое бы обеспечивало высокую потребляемую мощность на порту. Стандартом стал IEEE802.3bt, который сейчас находится в разработке и окончательно не принят, однако, так как основная спецификация уже определена, многие производители сетевого оборудования реализуют его в своих продуктах. IEEE802.3bt определяет, что питание, в отличие от предыдущих реализаций PoE, подается по всем четырем парам UTP, что в зависимости от чипсета и аппаратной составляющей может обеспечивать потребителей мощностью до 100Вт.

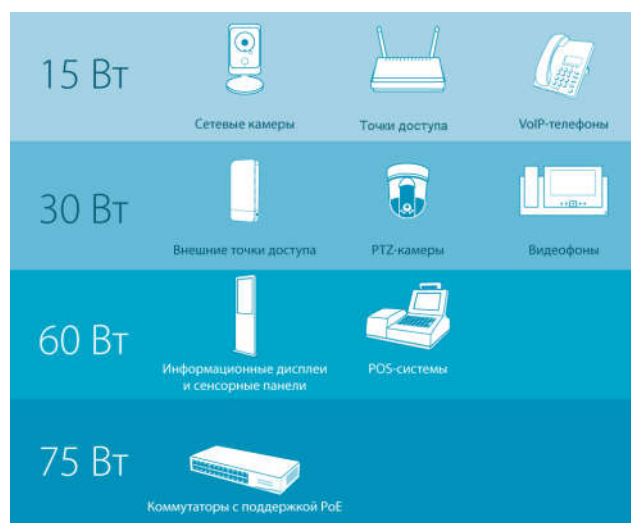


Рис. 1 - PoE-совместимое оборудование

Компания D-Link не так давно выпустила на рынок несколько коммутаторов с поддержкой IEEE 802.3bt draft/UPoE, которые обеспечивают мощность до 75Вт на порт. Устройства предназначены для применения в профессиональных системах IP-видеонаблюдения, системах видеоконференцсвязи, в беспроводных и локальных сетях государственных и коммерческих организаций, медицинских, социальных и образовательных учреждений, использующих PoE-совместимое оборудование с высоким уровнем энергопотребления.

Коммутатор DGS-1100-10MPP позволяет подключить два устройства с потреблением до 75Вт при общем бюджете мощности PoE 242Вт, DGS-1100-26MPP – до четырех устройств при общем бюджете 518Вт. Помимо этого в коммутаторах реализован новый тип Web-интерфейса - Surveillance WebUI, более наглядно показывающий подключенные устройства и позволяющий эффективно поддерживать и настраивать сеть передачи данных.

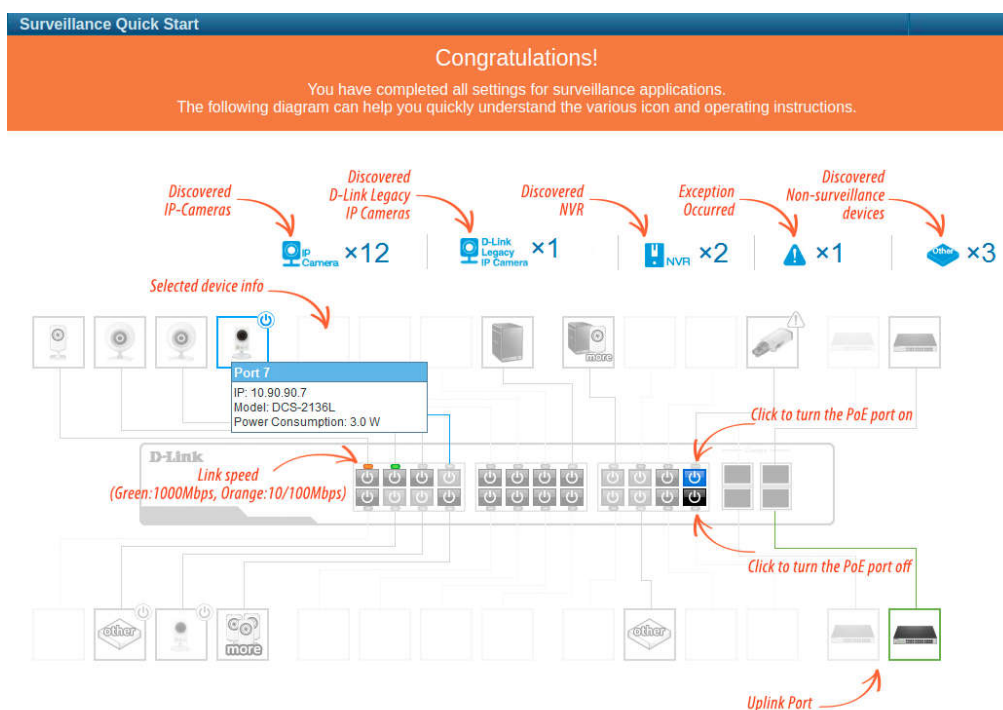


Рис. 2 - Стартовый мастер настройки Surveillance WebUI

Несомненно, в дальнейшем производители сетевого оборудования будут расширять модельный ряд устройств с поддержкой новых стандартов и у нас будет возможность использовать все преимущества передовых технологий при проектировании и строительстве сетей.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЗАБЫВАНИЯ УЧЕБНЫХ КУРСОВ

А. А. Кузнецов, А. П. Новиков

Научный руководитель – Митрошин А. А.

К. Т. Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается вариант математической модели забывания материала курса и программное обеспечение, которое разработано для имитационного моделирования процессов забывания.

Память характеризуется двумя процессами: запоминание и забывание информации. В ходе прохождения учебных курсов, учащиеся усваивают новые понятия и одновременно забывают пройденные.

Вопросы, связанные с забыванием ранее введенных понятий с течением времени, можно было бы учитывать при планировании учебного процесса, в том числе и при составлении расписания учебных занятий.

Забывание зависит от времени. Это впервые было установлено Г. Эббингаузом. Полученные им данные характеризуют основную закономерность забывания: быстрое падение непосредственно после заучивания и постепенное снижение с удлинением интервала. С течением времени забывание становится все более постепенным [1].

Для моделирования забывания учебного курса надо располагать моделями разных учебных курсов, чтобы можно было анализировать их (в чем они схожи и различны) и менять параметры моделирования, сразу применяя эти изменения к моделям учебных курсов.

В [2, 3] была рассмотрена модель учебного курса. В рамках этой модели содержание курса предлагается описывать в терминах понятий, вводимых и используемых при проведении учебных занятий по различным дисциплинам, зависимостей между понятиями, возникающими при формировании одних понятий с использованием других, и последовательностью введения понятий.

Для моделирования процессов забывания материала учебных курсов может использоваться разработанная программа Memoria, написанная на языке C++ в среде Qt Creator.

Программа строит графики зависимости забывания понятий от времени. Каждое понятие моделирует собой отдельный поток, действующий в течение изучения смоделированного учебного курса. При изучении понятия рассчитывается значение функции забывания, убывающей по экспоненциальному закону. Если понятие основано на предыдущем, то у основополагающего понятия значение функции забывания возрастает на заданное значение, то есть происходит скачок, что моделирует процесс вспоминания информации (рисунок 1).

Чтобы перейти к функции забывания корня дерева (самого учебного курса) нужно распространять значение функции от листьев к родителям. Для этого можно использовать три способа: находить среднее арифметическое значение функции среди потомков темы, тем самым определяя среднее восприятие темы учащимися; определять значение функции по максимальному значению среди потомков, тем самым определяя то, насколько усвоено самое запомнившееся понятие и определять значение функции по минимуму.

На рисунке 1 представлены графики функции забывания 15 понятий и график забывания корня (на рисунке 1 график обозначен звездочкой), рассчитанного по среднему значению потомков.

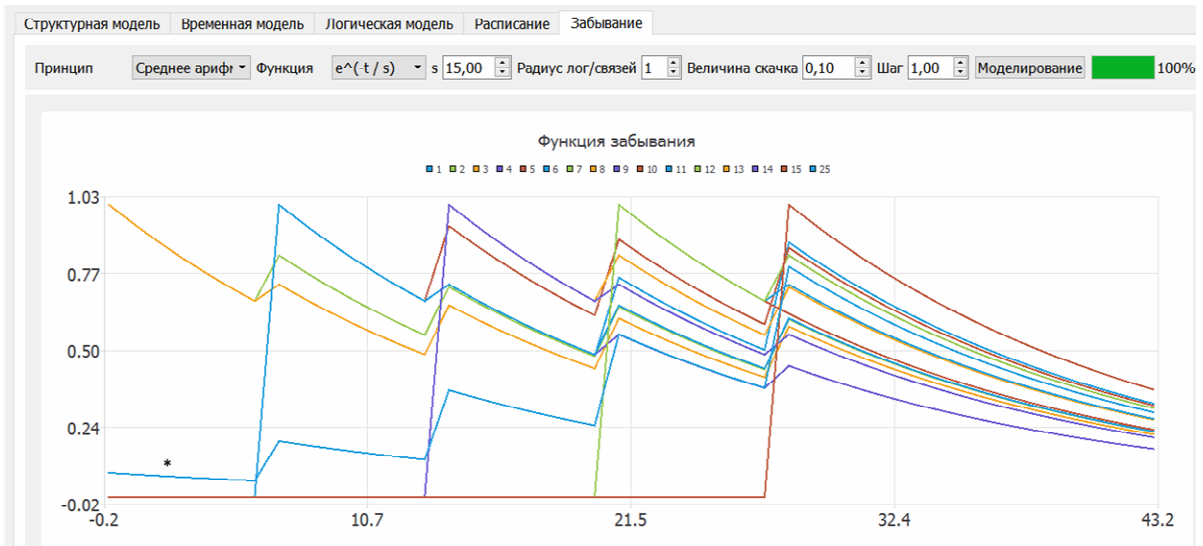


Рис. 1 – График функции забывания учебного курса

Изучая графики функции забывания и подбирая параметры моделирования можно анализировать процесс восприятия курса учащимися в рамках модели. Кроме того, встает задача об оптимизации составления курса и расписания для максимизации функции забывания.

Библиографический список

1. Зинченко Т. П. Память в экспериментальной и когнитивной психологии. — СПб.: Питер, 2002. — 320 с.
2. Кузнецов А. А. Информационная система моделирования содержания учебного процесса // Новые информационные технологии в научных исследованиях. XXI Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань: РГРТУ. 2016, С. 216-217.
3. Кузнецов А. А., Митрошин А. А., Новиков А. П. Моделирование содержания дистанционного курса // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2017: мат. II междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф. – Рязань: РГРТУ. 2017, С. 207-211.

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарные доклады

<i>А.О. Фаддеев, Т.М. Невдах</i> Программные средства исследования литосферных геодетформационных процессов	4
<i>В.И. Орешков</i> Автоматизация процесса приобретения знаний в интеллектуальных информационных системах	7
<i>И.В. Дрожжин</i> Автоматизация проектирования и производства печатных плат	8
<i>К.В. Макаров, П.Н. Акишин</i> Распределенная архитектура web-приложений для управления бизнес процессами	9

Секция 1

Информационные технологии в социальных и экономических системах

<i>А.И. Моргунов</i> Управленческая модель для автоматизированного формирования рейтинга образовательных организаций с учетом индивидуальных достижений обучающихся	11
<i>А.И. Моргунов</i> Анализ применения информационных систем для управления и мониторинга деятельности образовательных организаций	13
<i>О.Н. Ромашкова, П.А. Фролов</i> Информационные технологии для решения задач управления в сетевой торговой компании	15
<i>О.Н. Ромашкова, Л. А. Пономарева</i> Модель эффективного управления объединенной образовательной системой (структурой)	16
<i>В.С. Заболотникова</i> Интеллектуальные методы принятия эффективных управленческих решений на примере налоговой службы	18
<i>П.А. Фролов</i> Технология и алгоритм автоматизированного расчета ключевых показателей эффективности управления в экономических системах	19
<i>Л. А. Пономарева, В.Л. Коданев, С.В. Чискидов</i> Модель управления процессом освоения компетенций в образовательной организации	20
<i>Е.А. Романова</i> Паттерновая система поддержки принятия решений по делам об административных правонарушениях	22
<i>Ф.О. Федин</i> Комплексная классификация аналитических задач управления в образовательных системах	24

<i>И.П. Василюк</i> Разработка архитектуры управленческой информационной системы для программы повышения конкурентоспособности ВУЗа	25
<i>В.С. Заболотникова</i> Применение алгоритмов и методов нечеткой кластеризации в процессах управления налоговой службой	27
<i>С.А. Павлова</i> Автоматизация психологических методов исследования ценностных ориентаций учащихся ВУЗов	29
<i>Е.В. Воробьев</i> Определение актуальности компетенций: основные критерии, методы формализации, применение результатов	30
<i>П.В. Бочкарёв</i> Использование математических методов обработки больших данных для анализа стадий жизненного цикла научных направлений	32
<i>И.А. Кузнецов</i> Автоматизация процесса формирования онтологии на основе классов пользователей в научных рекомендательных системах	34
<i>Н.А. Листратова</i> О введении в России национальной платежной системы	36
<i>О.В. Степанова, А.В. Воробьева</i> К вопросу о безопасности бесконтактных платежей	38
<i>А.С. Вишня</i> Оригинальный метод выявления требований к автоматизированной системе масштаба предприятия в контексте контроля изготовления медицинских изделий	40
<i>А.В. Лебедева</i> Методика идентификации рисков в проектах по разработке программного обеспечения	42
<i>И.В. Красникова</i> Основные понятия и особенности методов data-журналистики	44
<i>Н.Ш. Мадибрагимов</i> Особенности морфологии таджикского языка при разработке математической модели формообразования слов	46
<i>Н.Р. Балабанов</i> Исследование аспектов кооперации с применением имитационной модели	48
<i>А.К. Сидоров</i> Прогнозирование исходов событий на основе инструментария интеллектуального анализа данных	49
<i>О.С. Ярлова</i> Обзор подходов к решению задачи обнаружения аномалий в данных	51
<i>П.О. Усачёв</i> Решение проблемы несбалансированности данных в задаче классификации на основе алгоритма ADABOOST	53

<i>Н.А. Подгорнова</i> Применение информационных технологий для выявления наиболее привлекательных регионов для иностранной рабочей силы	54
<i>Н.Н. Степанов</i> Программная система проверки совпадения текстов программ	56
<i>О.А. Жукова</i> Экспертное оценивание в организациях	57
<i>В.П. Вишневская</i> Возможности использования экспертных систем в учреждениях высшего образования	58
<i>М.М. Егин</i> Модификация операторов NSGA-II в задаче поиска параметров SVM-классификатора	60
Секция 2	
Математические модели в информационных технологиях	
<i>А.О. Сычиков</i> Сравнительный анализ подходов к прогнозированию временных рядов с применением моделей на основе строго бинарных деревьев	62
<i>И. Ю. Клочкова</i> Моделирование прыжка парашютиста	63
<i>Т.Г. Авачева, Н.В. Дорошина, А.Н. Кабанов</i> Формирование структуры отчетов на основе многомерно-матричных преобразований	64
<i>Г.Р. Абубякарова</i> Моделирование динамики эпидемического процесса	66
<i>М. Ешич</i> Решение задачи неймана уравнения теплопроводности в табличном процессоре MICROSOFT EXCEL	68
<i>А.К. Межонова</i> Особенности моделирования эмоционального интеллекта	69
<i>Я.Д. Минаев</i> Проблема аппроксимации разрывных функций	70
<i>А.А. Петров</i> О нахождении оптимальных параметров движения динамических систем, моделируемых дифференциальными включениями	72
<i>А.О. Сычиков, Е.Н. Проказникова</i> Особенности моделирования квантового алгоритма гровера поиска в базе данных	74
<i>Нгуен Вьет Линь</i> Алгоритм работы оптического датчика для измерения и контроля параметров дыхания	75
<i>Е.В. Сливкин, Д.В. Суворов, С.М. Карабанов, Д.Ю. Тарабрин</i> Повышение эффективности математического моделирования очистки Si в условиях магнитогидродинамического перемешивания	76

Секция 3**Телекоммуникационные технологии**

<i>П. А. Макаркин</i> Сравнительный анализ алгоритмов обнаружения воздушных объектов на изображениях при различных условиях обстановки	79
<i>А. А. Рамазанова</i> Исследование характеристик фильтров подавления пассивных помех	80
<i>Д.И. Лукьянов, Л.Д. Байе</i> Выбор технологии для соединения базовых станций	81
<i>И.Р. Ломов, А.В. Сиротин</i> Выбор оптимальных вейвлетов для проектирования алгоритмов сжатия видеоданных с использованием вейвлет преобразования для передачи по многоканальным телекоммуникационным системам	83
<i>Л. В. Аронов</i> Процедура расчета энергетического бюджета подводного открытого оптического канала передачи информации	84
<i>С. В. Колесников, М. В. Грачев</i> Помехоустойчивость радиотехнической системы с цифровой антенной решеткой реализованной на базе трансиверов USRP X300 при учете влияния взаимных импедансов элементов и интермодуляционных помех	86
<i>Е.В. Васильев, И.В. Холопов</i> Цифровые методы прецизионного управления параметрами высокочастотных колебаний	88
<i>А. В. Батищев</i> Моделирование системы передачи видеоинформации с беспилотных наземных транспортных средств	89
<i>В.Т. Дмитриев, А.В. Степина</i> Методика построения сетей IP-телефонии на основе представления Хургина – Яковлева	90
<i>В.Т. Дмитриев, Н.Ю.Балашова</i> Упрощенная методика проектирования сетей IP-телефонии для студентов по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»	92
<i>В.В. Васильев</i> Исследование качества маскированного сигнала при передаче речи по каналу связи	93
<i>И.В. Косткин, Е.А. Павкина</i> Методика повышения качества цифровых изображений, регистрируемых в сложных погодных условиях для передачи по системам многоканальной связи	94
<i>Д.И. Лукьянов, А.А. Даль</i> Определение и сравнение параметров для выделения слитной речи из смешанного акустического сигнала	95

<i>С.И. Сурков</i> Применение корректирующих кодов в телекоммуникационных системах	96
<i>А.Е. Нуйкина</i> Обеспечение ЭМС спутниковых систем связи путём координации земных и бортовых станций	97
<i>В.Т. Дмитриев, В.А. Беликов</i> Разработка и исследование модификации алгоритма кодирования речевых сигналов CELP при действии акустических шумов	98
<i>А.С. Чекренёва</i> Методика объективной оценки качества речевых сигналов	99
<i>Д.И. Лукьянов, А.С. Михайлова</i> Автоматическая идентификация человека по голосу с использованием алгоритма на основе модели гауссовых смесей	100
<i>О.С. Филипенко</i> Применение вейвлет пакетного разложения и представления Хургина-Яковлева при кодировании речевых сигналов	102
<i>П.С. Лушников, Р.Д. Крылов</i> Вейвлет-сжатие цифровых изображений в системах уличного наблюдения	103
<i>В.В. Благонадеждин</i> Методика оценки характеристик ЭМС цифровых систем передачи	104
<i>А.М. Кузнецов</i> Алгоритм формирования панорамного изображения на поверхности сферы или цилиндра	105
<i>С.Н. Кириллов, И.В. Косткин, А.В. Елютин</i> Алгоритм подавления дрожания видеоданных	107
<i>С.Н. Кириллов, В.М. Бердников, Э.В. Акопов</i> Система акустического и сейсмического анализа фоно-целевой обстановки в интересах охраны высокоответственных объектов	109
<i>П.С. Покровский</i> Исследование эффективности применения фазовых дискриминаторов OQPSK-сигналов для приема спектрально-эффективных радиосигналов	111
<i>П.С. Покровский</i> Синтез квазиоптимального алгоритма детектирования спектрально-эффективных радиосигналов	113
<i>А.А. Лисничук</i> Многокритериальный синтез сигнально-кодовых конструкций на основе зависимых сигналов	114
<i>И.В. Лукашин</i> Модификация алгоритма обработки символов преамбулы на основе селекции побочных выбросов автокорреляционной метрики	116
<i>П.С. Писака</i> Обоснование модели канала передачи телеметрической информации	118

<i>П.С. Писака</i> Алгоритм обработки телеметрической информации от территориально-распределенных приемных станций	119
<i>Д.А. Перепелкин, И.Ю. Цыганов, И.Г. Осин</i> Алгоритм формирования оптимальных структур программно-конфигурируемых сетей	120
<i>Д.А. Перепелкин, М.А. Иванчикова, И.Г. Осин</i> Концептуальный подход динамического управления потоками данных в программно-конфигурируемых сетях центров обработки данных	122
<i>Д.А. Перепелкин, М.А. Иванчикова</i> Применение алгоритма парных переходов в программно- конфигурируемых сетях на основе протокола OpenFlow	123
<i>А.Ю. Лошкарев</i> Исследование влияния активных шумовых помех на диаграмму направленности антенной решетки	125
Секция 4	
Информационные ресурсы и программно-инструментальные средства	
<i>И.С. Сенькин</i> Инструмент для создания обучающих тренажеров для мобильных устройств	127
<i>Р.В. Ерхов</i> Преимущества разработки веб-приложения на платформе ASP.NET CORE	128
<i>Д.Е. Яблоков</i> Универсальная модель данных в теоретическом материаловедении	130
<i>С.А. Колупаев</i> О создании сайта газовых месторождений России	132
<i>А.А. Куликова</i> Интеграция базы данных электронных историй болезни для проведения компьютерного анализа	133
<i>А. А. Кузнецов, А. П. Новиков</i> Разработка программных средств для создания случайных моделей учебных курсов	135
<i>А.В. Пудова</i> Информационное обеспечение курса «Постреляционные хранилища данных»	137
<i>А.А. Епифанцев</i> Способ организации иерархических систем фреймов для описания действий пользователей программной системы	138
<i>А.Н. Мусолина</i> Основные требования к системе дистанционного образования	140
<i>В.В. Савостьянич</i> Воздействие человеческого зрения при построения стегаалгоритмов	141

<i>В. С. Назаркин</i> Анализ технологий экспресс-разработки облачных web-ориентированных информационных систем	143
<i>Е.О. Храмшина</i> Методы обработки «Больших данных»	145
<i>В.В. Савостьяничик</i> Влияние активных атак на устойчивость стеганографической системы	147
<i>Т.А. Фетисова</i> Направления исследования алгоритмов сортировки и поиска данных, основанных на технологии CUDA	149
<i>А. А. Салтыкова, В. В. Александров</i> Методика автоматизированной корректировки документов в правовой базе обучающей системы	150
<i>А.Н. Мусолина</i> Базовые принципы открытого образования по системе дистанционного обучения	151
<i>П.Б. Ессонга</i> Разработка веб-платформы для учета обучающихся за границей студентов республики Конго	152
<i>П.П.Маркина, А.Ю.Спиряев</i> Использование протокола IPSEC при построении VPN в среде Cisco Packet Tracker	153
<i>Н.П. Князев, Д.М. Скуднев</i> Программный модуль расчёта надёжности комбинированной информационной системы	155
Секция 5	
Технологии искусственного интеллекта в проектировании	
<i>Г.А. Попов, С.В Скворцов</i> Параллельное решение задачи коммивояжера муравьиным алгоритмом	157
<i>А.Н. Сапрыкин, К.Д. Акинина, С.О. Баландин</i> Модифицированный генетический алгоритм компоновки блоков ЭВС большой размерности	158
<i>А.И. Белогубец</i> Краткий обзор видов искусственных нейронных сетей	159
<i>А.Н. Сапрыкин, В.Е. Никишин, В.В. Петренко</i> Особенности реализации генетического алгоритма на языке программирования Python	160
<i>А.Н. Сапрыкин, Е.Н. Сапрыкина</i> Особенности программной реализации хромосом генетического алгоритма балансировки нагрузки в сетях центров обработки данных	162
<i>А.Н. Сапрыкин, А.С. Буробина</i> Разработка библиотеки операторов классического генетического алгоритма	163

<i>А.О. Звонов</i> Использование генетических алгоритмов с рецессивными генами для оптимизации сложных технических объектов	165
<i>П.Ю. Чесалин П.В. Шелехин</i> Сравнительный анализ методов построения деревьев решений	166
<i>А.С. Буробина</i> Реализация операторов селекции генетических алгоритмов	167
<i>М.А. Лунякова , М.А. Бакулева</i> Алгоритм первичной диагностики для экспертной системы врача-гематолога	169
<i>А.В. Соколов</i> Анализ алгоритмов маршрутизации транспортной сети	171

Секция 6

Информационные системы и процессы

<i>А.А. Столбова</i> Анализ быстродействия алгоритмов вейвлет-преобразования	173
<i>А. В. Губайдуллин</i> Использование искусственных нейронных сетей при разработке алгоритма прогнозирования фондового рынка	175
<i>А.С. Шустов</i> Представление моделей словоизменения Зализняка по типам формообразования	176
<i>И.М. Манаенков</i> Виртуальная технологическая лаборатория	178
<i>Р.А. Бурнашев, А. Губайдуллин</i> Решение проблемы совместимости между логическим языком программирования PROLOG и СУБД POSTGRESQL	180
<i>А.О. Коваленко, М.Д. Бакнин</i> Виброакустический метод идентификации параметров автомобилей и транспортных потоков	182
<i>А.И. Николаев</i> Программная система автоматизированного составления отчетов по лабораторным работам	184
<i>М.Д. Бакнин, А.О. Коваленко</i> Применение поправочного коэффициента для установки Веннера при использовании ВЭЗ	185
<i>А.О. Коваленко, М.Д. Бакнин</i> Исследование возможностей применения системы контроля транспортных потоков на основе виброакустического метода для повышения эффективности экомониторинга	186
<i>В.Ю. Потапова, А.С. Тарасов</i> Развертывание веб-сервера на платформе .NET для организации взаимодействия с микрокомпьютерами И IoT	188
<i>А.Д. Ананич, М.Г. Зайцев, А.А. Казак, А.И. Шкут</i> Построение комплексной системы безопасности на основе программного обеспечения «Интеллект»	189

<i>А.С. Тарасов</i> Разработка системы обмена данными между приложениями на основе датаграмм	191
<i>Т.А.Петровская, А.А.Суслина, А.Т.Кежватова</i> Имитационное моделирование бизнес-процессов при совершенствовании деятельности предприятий	192
<i>А.О. Коваленко, М.Д. Бакнин</i> Основные недостатки существующих систем идентификации параметров транспортного потока и возможность их устранения при помощи виброакустического контроля	193
<i>А.С. Степашкина</i> Современные алгоритмы обнаружения динамичных объектов в видеопотоке	195
<i>И.Н. Дмитриева</i> Анализ методов и подходов выявления знаний в рамках интеллектуальных информационных систем	196
<i>Ю.А. Строгова</i> Преобразование неявных знаний в явные в интеллектуальных информационных системах	197
<i>А.И.Соболева</i> Применение нейронных сетей в задачах прогнозирования	198
<i>Т.А.Петровская, Д.А.Левшин</i> Применение CSS-фреймворка Bootstrap в задачах повышения адаптивности web-страниц	199
<i>А.А. Суслина, А.Т. Кежватова, Д.А.Левшин</i> Нейронные сети в задаче прогнозирования уровня инфляции	200
Секция 7	
Обработка изображений в системах управления	
<i>С.М. Ларионов</i> Алгоритм локализации движущегося объекта в условиях смещения датчика изображений	202
<i>Д.Ю. Ерохин, М.Д. Ершов</i> Алгоритмы оценки фона для решения задач анализа видеопоследовательностей	204
<i>А.В. Федин</i> Обзор методов выделения и слежения за движущимися объектами на сложных фонах	205
<i>Н.Ю Шубин</i> Интегральное векторное преобразование радона в задачах обнаружения прямолинейных границ	207
<i>В.А. Борисова</i> Компьютерные технологии обработки томограмм головного мозга при диагностике аутизма	208
<i>М.Н. Князев</i> Решение задачи обнаружения препятствий с использованием пары синхронизированных видеокамер	210

<i>Д.Ю. Ерохин, М.Д. Ершов</i> Алгоритмы компьютерного зрения для автоматического подсчета числа пешеходов на базе интеллектуальной видеокамеры	212
<i>А.Д. Коньков</i> Исследование корреляционно-экстремального алгоритма на основе быстрых преобразований в частотной области	213
<i>А.В. Бендарский</i> Математическое и программное обеспечение для системы помехоустойчивой передачи и восстановления изображений	214
<i>О.К. Архипова</i> Применение сверточных нейронных сетей для распознавания рукописных цифр	215
<i>Н.С. Лактюшин</i> Разработка метода определения координат объекта для системы позиционирования шара на плоскости с двумя степенями свободы	217
<i>А.С. Локтеев</i> Алгоритм выделения объектов на основе вычитания фона	219
<i>П.А. Фурсов</i> Разработка базовой структуры нейросетевого классификатора помехи движению железнодорожного состава	220
<i>И.А. Орлова, Д.И. Устюков</i> Параллельная реализация алгоритмов линейной пространственной фильтрации на ПЛИС	221
<i>А.К. Лопатин</i> О порядке процедур обработки изображений	223
<i>Е.Ю. Холопов</i> Основные этапы алгоритма обнаружения объектов по движению	225
<i>В.А. Чебукин</i> Алгоритм пространственной фильтрации для обнаружения воздушных объектов на изображении	226
Секция 8	
Геоинформационные технологии	
<i>О.К. Головнин</i> Распределенная геоинформационная система управления транспортным комплексом города	229
<i>Н.Н. Кутовой</i> Автоматизированная система обеспечения информационной мобильности туристов	231
<i>В.В. Гусев</i> Алгоритмы поиска одноименных точек на изображениях	233
<i>Д.В. Борисов, Е.П. Козлов, А.М. Кочергин</i> Программный комплекс отображения данных целевого планирования ресурсов космического аппарата на картографической основе	234
<i>В.А. Зенин</i> Радиометрическая калибровка спутниковых видеоданных высокого пространственного разрешения в режиме «скольжения»	235

<i>В.В. Кузнецов</i> Методы решения задач совмещения. Нейросетевой алгоритм совмещения спутниковых снимков и цифровых карт местности, основанный на использовании сверточной нейронной сети Ле-Куна	236
<i>Н.А. Егошкин, А.Э. Москвитин</i> Коррекция периодических помех на тепловых изображениях в системах ДЗЗ	237
<i>Н.А. Егошкин, В.А. Ушенкин</i> Вычислительная оптимизация двумерных преобразований Фурье и Радона при обработке спутниковых изображений	238
<i>А.М. Кочергин, А.А. Макаренков, А.С. Рыжиков</i> Пороговый алгоритм фильтрации неинформативных участков спутниковой информации	239
<i>Н.А. Егошкин, А.А. Макаренков</i> Пространственно-спектральное совмещение видеоданных при обработке гиперспектральной информации от КС «РЕСУРС-П»	240
<i>Н.А. Райков</i> Разработка высокопроизводительного модуля кодирования и сжатия изображения земной поверхности	241
<i>А.С. Рыжиков</i> Использование графического процессора при отождествлении на снимках одноименных объектов	242
<i>М.А. Савкин</i> Алгоритмы выделения воды на космических снимках	243
<i>С.В. Алимкина</i> Бортовой высокоэффективный передатчик малого космического аппарата с вторичным источником питания, управляемым по уровню огибающей радиосигнала	245
<i>В.И. Пошехонов, Д.В. Скачков, В.В. Назарцев</i> Использование сервиса Google при формировании массива абрисов	247

Секция 9

Информационные технологии в промышленности

<i>М.С.Калистратов, В.А.Мокрозуб, О.И.Дудышев</i> Описание структуры системы механических расчетов технологического оборудования	249
<i>С.А.Акопян, В.Н.Акопян, О.И. Дудышев</i> База данных автоматизированной системы разработки технологии изготовления валов	250
<i>И.В.Калистратова, Е.С.Мордасова, В.А.Мокрозуб</i> База данных системы составления графиков ремонтов технологического оборудования	252
<i>М.С.Елагин, М.С.Калистратов, Д.А.Солопов</i> Постановка задачи снижения металлоемкости аппаратов	254
<i>А.А.Пучин, О.И.Дудышев, Е.С.Мордасова</i> Расчет на прочность сосудов и аппаратов от воздействия опорных нагрузок	256

<i>Д.А.Солопов, В.А.Мокрозуб, Н.В.Храмцова</i> Автоматизация составления плана выпуска изделий машиностроительных предприятий	258
<i>И.В.Калистратова, М.С.Калистратов, Е.С.Мордасова</i> Функциональная модель составления плана выпуска готовой продукции химическими предприятиями	260
<i>В.А.Мокрозуб, М.С.Калистратов, Д.А.Солопов</i> Виртуальный кабинет «Конструирование технологического оборудования»	261
<i>М.В. Фоменко, Л.А. Виликотская</i> Творческая деятельность студентов в электронной учебной среде	263
<i>А.Р. Гадельшин, Д.С. Салин</i> Оценка параметров печати 3D принтера для сложных 3D моделей	264
<i>П.О. Михайлин, А.А.Ярославцев</i> Разработка параметрического маршрутно-операционного технологического процесса для деталей типа «тело вращения» с использованием автоматизированной системы «Т-Flex технология»	266
<i>П.Ю. Григорьев</i> Программируемый привод системы слежения	268
<i>П.Ю. Ломов, А.А. Григоренко</i> Измерения сложнопрофильных деталей машиностроения	269
<i>Д.С. Салин, А.Р. Гадельшин</i> Устройство для автоматической сварки соединительного шва при изготовлении труб различных диаметров	270
<i>Н.Н. Власов</i> Способ создания модели учебно-тренировочного средства	271
<i>О.В. Дейнега</i> Совершенствования структурно-технологических схем доильных установок	273
<i>А.В.Нестеров</i> Метод и алгоритм распознавания точек профиля нагретой поковки в процессе ковки	275
<i>Е.В. Мананкова</i> Исследование процессов функционирования элеваторного комплекса	277
<i>О.Ю. Бочаркина</i> Особенности прочностных расчетов мебельных конструкций в современных САПР	278

Секция 10

Космические информационные технологии

<i>А.А. Виноградов</i> Исследование метода оценки взаимной временной задержки OFDM-сигналов спутниковых систем связи на основе нелинейной цифровой фильтрации	281
<i>И.В. Гринь, Р.А. Ершов</i> Исследование методов оптимизации решения задачи оценки взаимной временной задержки широкополосных сигналов спутниковых систем связи	283

<i>Д.Е. Ипатов</i> Стенд для измерения характеристик матричных фотоприёмных устройств инфракрасного диапазона	285
<i>В.А. Балакин</i> Методы решения задачи совмещения спутниковых снимков и цифровых карт местности с использованием систем искусственного интеллекта	286
<i>К.И. Немтинова</i> Прогнозирование последствий чрезвычайных ситуаций природного характера	287
<i>В.Ю. Потапова</i> Многопороговое устройство декодирования	289
<i>Д.В. Фетисов</i> Спектральное преобразование как способ автоматического масштабирования изображений	290
<i>С.А. Давыдов</i> Методы измерений лазерных параметров	291
<i>Е.С. Геращенко</i> Применение модифицированного алгоритма Пана-Томпкинса для обработки нестационарного сигнала	293
<i>К.Л. Сёмкин, А.И. Косянин</i> Исследование подходов к проектированию космических систем	295
<i>Д.И. Лбов, К.Д. Конюхов</i> Реализация алгоритмов изменения траектории полета и спутниковой фотосъемки посредством симулятора «Орбита»	297
<i>И.Ш. Недвигина</i> Проектирование радиолокационного приемника с использованием элементной базы Analog Devices	298
<i>О.В. Спиркина</i> Оценка оптимального количества спутников в роевой группировке с точки зрения надежности и производительности	300
Секция 11	
Автоматизация проектирования в телекоммуникационных системах	
<i>А.О. Харламова</i> Скрытые режимы синхронизации систем фазовой автоподстройки с запаздыванием	302
<i>Э.Р. Гусамов</i> К вопросу обоснования выбора характеристик вытеснения	303
<i>А.О. Бозванов</i> Нейросетевой регулятор угловым положением двигателя постоянного тока со статической нагрузкой	305
<i>Л.Д. Размазина, К.А. Сазонова</i> Разработка комплексной системы позиционирования в закрытых помещениях	307
<i>А. А. Тришин</i> Совершенствование системы обмена данными специального назначения	309

<i>Е.С. Шапошникова</i> Комплексирование данных от разнородных сенсоров для уточнения координат и курса мобильного робота В пространстве	311
<i>М.А. Зенина</i> Сравнительный анализ контроллеров OpenFlow	312
<i>И.С. Холопов</i> Применение метрики Манхэттена для реализации быстрого блендинга при формировании панорамных изображений	313
<i>А.В. Сафонова, В.И. Широков</i> Исследование алгоритмов оценивания угловых координат источников излучения при граничных значениях ОСШ	314
<i>М.А. Зенина</i> Сравнительный анализ алгоритмов сегментации	315
<i>В.П. Трухачев</i> Проектирование пневмоблока высокого давления для автоматизированной системы контроля авиационных средств поражения	316
<i>А.В. Звездочкин</i> Нормирование ширины полос частот и внеполосных излучений цифровых систем передачи	318
<i>А.А. Рыбаковская</i> Моделирование падения метеороида в атмосфере земли	320
<i>Д.М. Евграфов</i> Использование программного обеспечения D-View 7 в системе управления и мониторинга телекоммуникационной сети	321
<i>А.Е. Колпаков</i> Применение современных стандартов PoE в сетях передачи данных	323
<i>А.А. Кузнецов, А.П. Новиков</i> Разработка программных средств для имитационного моделирования процессов забывания учебных курсов	324

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ISBN 978-5-7722-0274-6

**Новые информационные технологии в научных исследованиях
(НИТ 2017)** : материалы XXII Всероссийской научно-технической
конференции студентов, молодых ученых и специалистов.

Компьютерная верстка: Бакулева М.А.
Буробина А.С.
Геращенко Е.С.
Потапова В.Ю.

Подписано в печать 25.10.2016.
Формат бумаги 60x84 1/16/
Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Усл.-печ.л. 47,12. Уч.-изд.л. 24,6.
Тираж 300 экз. Заказ 277 390005,
Рязань, ул. Гагарина, 59/1.
Редакционно-издательский центр РГРТУ.
Отпечатано в ООО «БукДжет»
Ссылка на страницу конференции в Интернет:
<http://sapr.rsreu.ru>

КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ (САПР ВС)

Кафедра САПР ВС готовит бакалавров и магистров по направлениям «Информатика и вычислительная техника» (ООП-2 «Системы автоматизированного проектирования») и «Конструирование и технология электронных средств» (ООП-1 «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» и ООП-2 «Конструирование и технология электронно-вычислительных средств»).

На кафедре функционируют аспирантура и докторантура. Учебный процесс и научные исследования обеспечивают 5 профессоров, докторов наук и свыше 20 доцентов, кандидатов наук.

Выпускники кафедры работают на предприятиях оборонно-промышленного комплекса; на предприятиях радиоэлектронной промышленности; в организациях среднего и малого бизнеса, занимающихся разработкой, созданием и эксплуатацией вычислительной и цифровой аппаратуры; на предприятиях сотовой связи; в банках и коммерческих структурах; в научно-исследовательских организациях Рязани, Москвы, Подмосковья и других регионов России.

Страница кафедры в Интернет: <http://sapr.rsreu.ru>



НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

НИИТ - 2017



XXII